

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 11110769
PUBLICATION DATE : 23-04-99

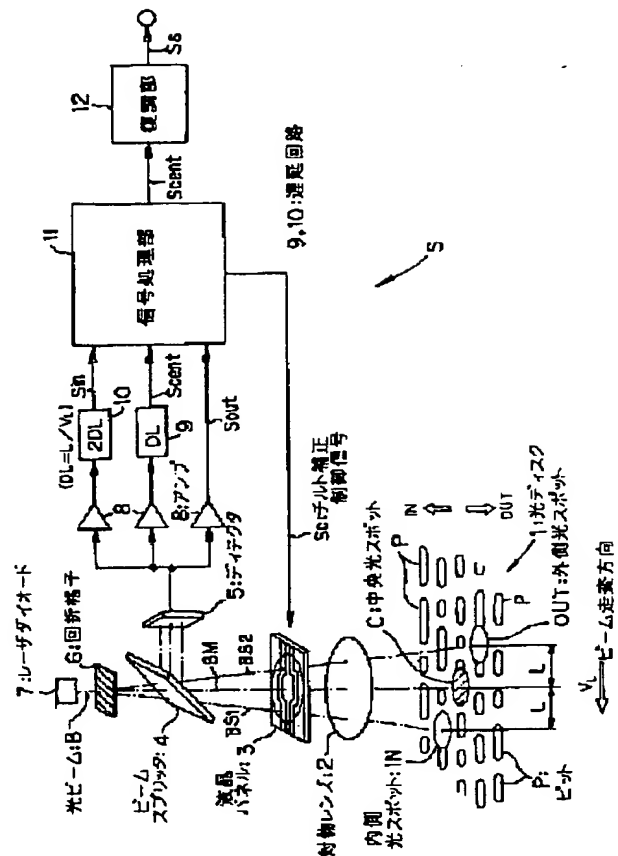
APPLICATION DATE : 03-10-97
APPLICATION NUMBER : 09270778

APPLICANT : PIONEER ELECTRON CORP;

INVENTOR : KURIBAYASHI HIROKI;

INT.CL. : G11B 7/09 G11B 7/135

TITLE : ABERRATION CORRECTOR AND
INFORMATION REPRODUCING
DEVICE



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To unneccessitate the separate installation of a sensor such as a tilt sensor, to provide high accuracy and high reliability and further to enable miniaturization as well.

SOLUTION: Concerning the information reproducing device, an optical disk is irradiated with a light beam, a center detecting signal Scent, an inside detecting signal Sin and an outside detecting signal Sout are generated based on the reflected light of that light beam from the optical disk and next, the tilt on the optical disk is detected based on the respective detecting signals Scent, Sin and Sout. Then, the wave front aberration in the light beam caused by the detected tilt is corrected on a liquid crystal panel 3. It is not necessary to radiate the different light beam except for information reproduction for detecting the tilt, the configuration of the aberration corrector can be simplified and further, no mechanical working section is required. Therefore, reliability as the aberration corrector is improved and miniaturization is enabled.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-110769

(43) 公開日 平成11年(1999) 4月23日

(51) Int. Cl. ⁶

識別記号

F I

G11B 7/09

G11B 7/09

G

7/135

7/135

Z

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全32頁)

(21) 出願番号 特願平9-270778

(22) 出願日 平成9年(1997)10月3日

(71) 出願人 000005016

パイオニア株式会社

東京都目黒区目黒1丁目4番1号

(72) 発明者 栗林 祐基

埼玉県鶴ヶ島市富士見6丁目1番1号 パ

イオニア株式会社総合研究所内

(74) 代理人 弁理士 石川 泰男

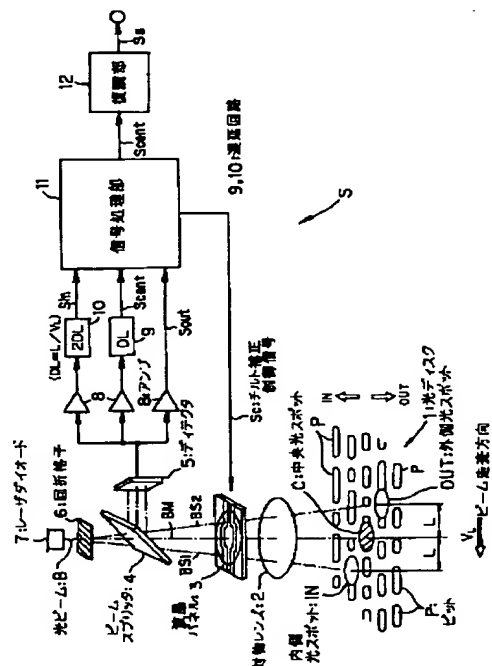
(54) 【発明の名称】 収差補正装置及び情報再生装置

(57) 【要約】

【課題】 チルトセンサ等のセンサを別途設ける必要がなく、且つ、高精度、高信頼性を備え、更に小型化も可能な収差補正装置及びそれを備えた情報再生装置を提供する。

【解決手段】 光ディスクに光ビームを照射し、当該光ビームの光ディスクからの反射光に基づいて中央検出信号 Scent、内側検出信号 Sin及び外側検出信号 Soutを生成し、次に、各検出信号 Scent、Sin及び Soutに基づいて光ディスクにおけるチルトを検出する。そして、検出したチルトに起因して光ビームに生じる波面収差を液晶パネル3にて補正する。チルトを検出するために情報再生用以外に別途光ビームを照射する必要がなく、収差補正装置の構成を簡略化することができ、更に機械的な稼動部分が不要であるので、収差補正装置としての信頼性が向上すると共に小型化が可能となる。

第1実施形態の情報再生装置の概略構成を示すブロック図



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 記録情報が記録された情報記録媒体に光ビームを照射し、当該光ビームの前記情報記録媒体からの反射光に基づいて前記記録情報に対応する検出信号を出力する検出手段と、

前記検出信号に基づいて、前記情報記録媒体における情報記録面と前記光ビームの光軸との間のチルトを検出するチルト検出手段と、

前記チルトに起因して前記光ビームに生じる波面収差を補正する補正手段と、

前記検出されたチルトに基づいて、前記補正手段を駆動する駆動手段と、

を備えることを特徴とする収差補正装置。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の収差補正装置において、

前記情報記録媒体はディスク状記録媒体であると共に、前記記録情報はトラックを形成して当該ディスク状記録媒体に記録されており、

更に前記検出手段は、再生すべき前記記録情報が記録されている中央トラックと、当該中央トラックに対して隣接する内側トラックと外側トラックについて、前記内側トラックを形成する前記記録情報に対応する内側検出信号、前記再生トラックを形成する前記記録情報に対応する中央検出信号及び前記外側トラックを形成する前記記録情報に対応する外側検出信号を出力すると共に、前記チルト検出手段は、前記中央検出信号に基づいて前記トラックの前記ディスク状記録媒体のタンジェンシャル方向における前記チルトであるタンジェンシャルチルトを検出するタンジェンシャルチルト検出手段と、前記内側検出信号及び前記中央検出信号並びに前記外側検出信号に基づいて前記ディスク状記録媒体のラジアル方向における前記チルトであるラジアルチルトを検出するラジアルチルト検出手段と、のうち、少なくともいずれか一方を備えていることを特徴とする収差補正装置。

【請求項 3】 請求項 2 に記載の収差補正装置において、

前記ラジアルチルト検出手段は、前記内側検出信号から前記中央検出信号へのクロストークである内側クロストークと、前記外側検出信号から前記中央検出信号へのクロストークである外側クロストークとを夫々検出するクロストーク検出手段を備えると共に、前記内側クロストークと前記外側クロストークとの差を前記ラジアルチルトとして検出し、

更に前記駆動手段は、当該ラジアルチルトが零となるように前記補正手段を駆動することを特徴とする収差補正装置。

【請求項 4】 請求項 2 に記載の収差補正装置において、

前記ラジアルチルト検出手段は、前記内側検出信号から前記中央検出信号へのクロストークである内側クロスト

ークと、前記外側検出信号から前記中央検出信号へのクロストークである外側クロストークとを夫々検出するクロストーク検出手段を備えると共に、前記内側クロストークと前記外側クロストークとの和を前記ラジアルチルトとして検出し、

更に前記駆動手段は、当該ラジアルチルトが最小となるように前記補正手段を駆動することを特徴とする収差補正装置。

【請求項 5】 請求項 2 に記載の収差補正装置において、

10 て、

前記タンジェンシャルチルト検出手段は、異なる三つの時刻における前記中央検出信号である前検出信号、後検出信号及び中間検出信号に基づいて、当該前検出信号から前記中間検出信号へのクロストークである前クロストークと、前記後検出信号から前記中間検出信号へのクロストークである後クロストークとを夫々検出するクロストーク検出手段を備えると共に、前記前クロストークと前記後クロストークとの差を前記タンジェンシャルチルトとして検出し、

20

更に前記駆動手段は、当該タンジェンシャルチルトが零となるように前記補正手段を駆動することを特徴とする収差補正装置。

【請求項 6】 請求項 2 に記載の収差補正装置において、

前記タンジェンシャルチルト検出手段は、異なる三つの時刻における前記中央検出信号である前検出信号、後検出信号及び中間検出信号に基づいて、当該前検出信号から前記中間検出信号へのクロストークである前クロストークと、前記後検出信号から前記中間検出信号へのクロストークである後クロストークとを夫々検出するクロストーク検出手段を備えると共に、前記前クロストークと前記後クロストークとの和を前記タンジェンシャルチルトとして検出し、

更に前記駆動手段は、当該タンジェンシャルチルトが最小となるように前記補正手段を駆動することを特徴とする収差補正装置。

【請求項 7】 請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載の収差補正装置において、

前記補正手段は、前記光ビームの光路上に配置された液晶パネルを用いて前記波面収差を補正することを特徴とする収差補正装置。

【請求項 8】 請求項 7 に記載の収差補正装置において、

前記液晶パネルは、

前記光ビームに対して位相差を与えることにより前記波面収差を補正する液晶と、

当該位相差を前記光ビームに与えるべく前記液晶に電圧を印加する電極と、を備え、

前記駆動手段は、前記検出されたチルトに基づいて前記電圧を前記電極に印加する電圧印加手段であることを特

徴とする収差補正装置。

【請求項 9】 請求項 8 に記載の収差補正装置において、
前記電極は、前記チルトに対応して前記光ビームに発生する前記波面収差の分布に対応した形状を有する副電極を複数個含んで構成されていると共に、
前記電圧印加手段は、夫々の副電極に対して個別に前記電圧を印加することを特徴とする収差補正装置。

【請求項 10】 請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載の収差補正装置において、
前記補正手段は、前記検出されたチルトに基づいて前記光ビームの光軸を傾斜させ、当該チルトを相殺する傾斜手段であることを特徴とする収差補正装置。

【請求項 11】 請求項 1 から 10 のいずれか一項に記載の収差補正装置と、
前記光ビームを前記情報記録媒体上に集光する集光手段と、
前記検出信号に基づいて前記記録情報を再生する再生手段と、
を備えることを特徴とする情報再生装置。

【請求項 12】 請求項 3 及び請求項 5 に記載の収差補正装置と、
前記光ビームを前記情報記録媒体上に集光する集光手段と、
前記検出信号から、前記内側クロストーク、前記外側クロストーク、前記前クロストーク及び前記後クロストークの夫々を減算し、減算検出信号を生成する減算手段と、
前記減算検出信号に基づいて前記記録情報を再生する再生手段と、を備えることを特徴とする情報再生装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光学的に情報を再生する情報記録媒体の情報記録面と情報再生用の光ビームの光軸とのなす角度が直角から傾斜すること（以下、当該傾斜をチルトと称し、当該チルトの量をチルト量と称する。）により当該情報記録面上に発生する波面収差（主としてコマ収差）を補正するための収差補正装置の技術分野に属する。

【0002】

【従来の技術】従来、この種の収差補正装置においては、例えば、情報記録媒体としての光ディスクの半径方向（以下、ラジアル方向と称する。）に生じる上記チルトに起因する波面収差を補正する場合には、先ず、上記情報再生用の光ビームとは別個にチルト量を検出するための光ビームを光ディスクに照射し、当該チルト量検出用の光ビームの反射光を半径方向に垂直な分割線により二つの部分検出部に分割された光検出器（以下、チルト量検出用の光ビームを出射する出射装置と上記分割された光検出器とを纏めてチルトセンサという。）により受

光し、夫々の部分検出部からの検出信号の差から上記チルト量を算出し、当該算出されたチルト量に基づいて情報再生用の光ビームの光軸を傾斜させてチルトを相殺し、波面収差を補正していた。

【0003】しかし、この収差補正装置によると、機械的な駆動装置により光軸を傾斜させてチルトを相殺する必要があったため、製造上のコストが嵩むと共に信頼性も低下し、更には小型化も困難であるという問題点があった。この問題点は、光ディスクの回転方向（以下、タンジェンシャル方向と称する。）のチルトについても同様に発生する。

【0004】そこで、従来、上記機械的な収差補正装置の改良として、機械的なチルト相殺装置を用いずに、検出されたチルト量に基づいて情報再生用の光ビームに対して位相差等を与えることにより、上記チルトに起因して発生している波面収差を光学的に相殺する方法が考案されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述のような光学的に収差を相殺する方法によると、上記チルト自体は相殺されずに当該チルトにより生じている波面収差の方を相殺することとなるので、波面収差を相殺してもチルト自体は変化せず、よって、チルトセンサからの上記検出信号も変化しないこととなる。

【0006】従って、光学的な補正が不足なのか過剰なのかは、チルトセンサの検出信号からは判別できず、よって、上記機械的な収差補正装置のようにチルトセンサの検出信号に基づいたいわゆるフィードバック制御ができず、チルトセンサからの検出信号から波面収差量（すなわち、チルト量）を推定して補正する、いわゆるフィードフォワード制御を実行することとなる。

【0007】これにより、チルトセンサでチルト量を正確に検出できないと収差の補正が適切にできないこととなり、従って、チルトセンサにおける部分検出部の感度のばらつきやオフセット又は非線形性等を正確に調整しなければならないという問題点があった。

【0008】更には、初期状態で正確にこれらの値を調整しても、経時により変化が生じてしまう場合があるという問題点もあった。

【0009】更にまた、ラジアルチルト方向のチルトとタンジェンシャル方向のチルトを共に補正する場合には、チルトセンサを二つ用いなければならない、ピックアップ部の大型化に繋がるという問題点もあった。

【0010】そこで、本発明は、上記各問題点に鑑みてなされたもので、その課題は、上述のチルトセンサ等のセンサを別途設ける必要がなく、且つ、高精度、高信頼性を備え、更に小型化も可能な収差補正装置及びそれを備えた情報再生装置を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するた

めに、請求項 1 に記載の発明は、記録情報が記録された情報記録媒体に光ビームを照射し、当該光ビームの前記情報記録媒体からの反射光に基づいて前記記録情報に対応する検出信号を出力するディテクタ等の検出手段と、前記検出信号に基づいて、前記情報記録媒体における情報記録面と前記光ビームの光軸との間のチルトを検出する信号処理部等のチルト検出手段と、前記チルトに起因して前記光ビームに生じる波面収差を補正する液晶パネル等の補正手段と、前記検出されたチルトに基づいて、前記補正手段を駆動する信号処理部等の駆動手段と、を備える。

【0012】請求項 1 に記載の発明の作用によれば、検出手段は、情報記録媒体に光ビームを照射し、当該光ビームの情報記録媒体からの反射光に基づいて記録情報に対応する検出信号を出力する。

【0013】次に、チルト検出手段は、検出信号に基づいてチルトを検出する。

【0014】一方、補正手段は、チルトに起因して光ビームに生じる波面収差を補正する。

【0015】このとき、駆動手段は、検出されたチルトに基づいて、補正手段を駆動する。

【0016】よって、情報再生用光ビームの照射により得られる検出信号に基づいてチルトを検出するので、当該チルトを検出するために情報再生用以外に別途光ビームを照射する必要がなく、収差補正装置の構成を簡略化することができる。

【0017】上記の課題を解決するために、請求項 2 に記載の発明は、請求項 1 に記載の収差補正装置において、前記情報記録媒体は光ディスク等のディスク状記録媒体であると共に、前記記録情報はトラックを形成して当該ディスク状記録媒体に記録されており、更に前記検出手段は、再生すべき前記記録情報が記録されている中央トラックと、当該中央トラックに対して隣接する内側トラックと外側トラックについて、前記内側トラックを形成する前記記録情報に対応する内側検出信号、前記再生トラックを形成する前記記録情報に対応する中央検出信号及び前記外側トラックを形成する前記記録情報に対応する外側検出信号を出力すると共に、前記チルト検出手段は、前記中央検出信号に基づいて前記トラックの前記ディスク状記録媒体のタンジェンシャル方向における前記チルトであるタンジェンシャルチルトを検出するタンジェンシャルチルト検出部等のタンジェンシャルチルト検出手段と、前記内側検出信号及び前記中央検出信号並びに前記外側検出信号に基づいて前記ディスク状記録媒体のラジアル方向における前記チルトであるラジアルチルトを検出するラジアルチルト検出部等のラジアルチルト検出手段と、のうち、少なくともいずれか一方を備えている。

【0018】請求項 2 に記載の発明の作用によれば、請求項 1 に記載の発明の作用に加えて、情報記録媒体がデ

ィスク状記録媒体であると共に、記録情報がトラックを形成して当該ディスク状記録媒体に記録されており、更に検出手段が、再生すべき中央トラックと、当該中央トラックに隣接する内側トラックと外側トラックについて、内側検出信号、中央検出信号及び外側検出信号を出力すると共に、チルト検出手段におけるタンジェンシャルチルト検出手段は、中央検出信号に基づいてタンジェンシャルチルトを検出する。

【0019】また、チルト検出手段におけるラジアルチルト検出手段は、外側検出信号及び中央検出信号並びに内側検出信号に基づいてラジアルチルトを検出する。

【0020】よって、隣接するトラックからの検出信号を用いてラジアル方向のチルトを検出すると共に中央トラックの検出信号を用いてタンジェンシャル方向のチルトを検出するので、正確に夫々の方向のチルトを検出して波面収差を補正することができる。

【0021】上記の課題を解決するために、請求項 3 に記載の発明は、請求項 2 に記載の収差補正装置において、前記ラジアルチルト検出手段は、前記内側検出信号から前記中央検出信号へのクロストークである内側クロストークと、前記外側検出信号から前記中央検出信号へのクロストークである外側クロストークとを夫々検出するクロストーク量検出部等のクロストーク検出手段を備えると共に、前記内側クロストークと前記外側クロストークとの差を前記ラジアルチルトとして検出し、更に前記駆動手段は、当該ラジアルチルトが零となるように前記補正手段を駆動するように構成される。

【0022】請求項 3 に記載の発明の作用によれば、請求項 2 に記載の発明の作用に加えて、ラジアルチルト検出手段におけるクロストーク検出手段は、内側クロストークと外側クロストークとを夫々検出する。

【0023】そして、ラジアルチルト検出手段は、内側クロストークと外側クロストークとの差をラジアルチルトとして検出する。

【0024】これにより、駆動手段は、当該ラジアルチルトが零となるように補正手段を駆動する。

【0025】よって、内側クロストークと外側クロストークとを検出し、その差が零となるようにしてラジアル方向に発生する波面収差を補正するので、簡易な構成で正確に当該波面収差を補正することができる。

【0026】上記の課題を解決するために、請求項 4 に記載の発明は、請求項 2 に記載の収差補正装置において、前記ラジアルチルト検出手段は、前記内側検出信号から前記中央検出信号へのクロストークである内側クロストークと、前記外側検出信号から前記中央検出信号へのクロストークである外側クロストークとを夫々検出するクロストーク量検出部等のクロストーク検出手段を備えると共に、前記内側クロストークと前記外側クロストークとの和を前記ラジアルチルトとして検出し、更に前記駆動手段は、当該ラジアルチルトが最小となるように

前記補正手段を駆動するように構成される。

【0027】請求項4に記載の発明の作用によれば、請求項2に記載の発明の作用に加えて、ラジアルチルト検出手段におけるクロストーク検出手段は、内側クロストークと外側クロストークとを夫々検出する。

【0028】そして、ラジアルチルト検出手段は、内側クロストークと外側クロストークとの和をラジアルチルトとして検出する。

【0029】これにより、駆動手段は、当該ラジアルチルトが最小となるように補正手段を駆動する。

【0030】よって、内側クロストークと外側クロストークとを検出し、その和が最小となるようにしてラジアル方向に発生する波面収差を補正するので、簡易な構成で正確に当該波面収差を補正することができる。

【0031】上記の課題を解決するために、請求項5に記載の発明は、請求項2に記載の収差補正装置において、前記タンジェンシャルチルト検出手段は、異なる三つの時刻における前記中央検出信号である前検出信号、後検出信号及び中間検出信号に基づいて、当該前検出信号から前記中間検出信号へのクロストークである前クロストークと、前記後検出信号から前記中間検出信号へのクロストークである後クロストークとを夫々検出するクロストーク量検出部等のクロストーク検出手段を備えると共に、前記前クロストークと前記後クロストークとの差を前記タンジェンシャルチルトとして検出し、更に前記駆動手段は、当該タンジェンシャルチルトが零となるように前記補正手段を駆動する。

【0032】請求項5に記載の発明の作用によれば、請求項2に記載の発明の作用に加えて、タンジェンシャルチルト検出手段におけるクロストーク検出手段は、前検出信号、後検出信号及び中間検出信号に基づいて、前クロストークと後クロストークとを夫々検出する。

【0033】そして、タンジェンシャルチルト検出手段は、前クロストークと後クロストークとの差をタンジェンシャルチルトとして検出する。

【0034】これにより、駆動手段は、当該タンジェンシャルチルトが零となるように補正手段を駆動する。

【0035】よって、前クロストークと後クロストークとを検出し、その差が零となるようにしてタンジェンシャル方向に発生する波面収差を補正するので、簡易な構成で正確に当該波面収差を補正することができる。

【0036】上記の課題を解決するために、請求項6に記載の発明は、請求項2に記載の収差補正装置において、前記タンジェンシャルチルト検出手段は、異なる三つの時刻における前記中央検出信号である前検出信号、後検出信号及び中間検出信号に基づいて、当該前検出信号から前記中間検出信号へのクロストークである前クロストークと、前記後検出信号から前記中間検出信号へのクロストークである後クロストークとを夫々検出するクロストーク量検出部等のクロストーク検出手段を備える

と共に、前記前クロストークと前記後クロストークとの和を前記タンジェンシャルチルトとして検出し、更に前記駆動手段は、当該タンジェンシャルチルトが最小となるように前記補正手段を駆動する。

【0037】請求項6に記載の発明の作用によれば、請求項2に記載の発明の作用に加えて、タンジェンシャルチルト検出手段におけるクロストーク検出手段は、前検出信号、後検出信号及び中間検出信号に基づいて、前クロストークと後クロストークとを夫々検出する。

【0038】そして、タンジェンシャルチルト検出手段は、前クロストークと後クロストークとの和をタンジェンシャルチルトとして検出する。

【0039】これにより、駆動手段は、当該タンジェンシャルチルトが最小となるように補正手段を駆動を補正する。

【0040】よって、前クロストークと後クロストークとを検出し、その和が最小となるようにしてタンジェンシャル方向に発生する波面収差を補正するので、簡易な構成で正確に当該波面収差を補正することができる。

【0041】上記の課題を解決するために、請求項7に記載の発明は、請求項1から6のいずれか一項に記載の収差補正装置において、前記補正手段は、前記光ビームの光路上に配置された液晶パネルを用いて前記波面収差を補正するように構成される。

【0042】請求項7に記載の発明の作用によれば、請求項1から6のいずれか一項に記載の発明の作用に加えて、補正手段は、光ビームの光路上に配置された液晶パネルを用いて波面収差を補正する。

【0043】よって、簡易な構成で補正手段を構成することができる。

【0044】また、機械的な移動部分が不要であるので、収差補正装置としての信頼性が向上すると共に小型化が可能となる。

【0045】上記の課題を解決するために、請求項8に記載の発明は、請求項7に記載の収差補正装置において、前記液晶パネルは、前記光ビームに対して位相差を与えることにより前記波面収差を補正する液晶と、当該位相差を前記光ビームに与えるべく前記液晶に電圧を印加する電極と、を備え、前記駆動手段は、前記検出されたチルトに基づいて前記電圧を前記電極に印加する電圧印加手段であるように構成される。

【0046】請求項8に記載の発明の作用によれば、請求項7に記載の発明の作用に加えて、液晶パネルにおける液晶は、光ビームに対して位相差を与えることにより波面収差を補正する。

【0047】このとき、液晶パネルにおける電極は、当該位相差を光ビームに与えるべく液晶に電圧を印加する。

【0048】そして、駆動手段としての電圧印加手段は、検出されたチルトに基づいて電圧を電極に印加す

る。

【0049】よって、効率的に光ビームに位相差を与えて波面収差を補正することができる。

【0050】上記の課題を解決するために、請求項9に記載の発明は、請求項8に記載の収差補正装置において、前記電極は、前記傾斜量に対応して前記光ビームに発生する前記波面収差の分布に対応した形状を有する副電極を複数個含んで構成されていると共に、前記電圧印加手段は、夫々の副電極に対して個別に前記電圧を印加するように構成される。

【0051】請求項9に記載の発明の作用によれば、請求項8に記載の発明の作用に加えて、電極が光ビームに発生する波面収差の分布に対応した形状を有する副電極を複数個含んで構成されていると共に、電圧印加手段が、夫々の副電極に対して個別に電圧を印加する。

【0052】よって、波面収差の分布に対応した形状の副電極に個別に電圧を印加して波面収差を補正するので、効果的に波面収差を補正することができる。

【0053】上記の課題を解決するために、請求項10に記載の発明は、請求項1から6のいずれか一項に記載の収差補正装置において、前記補正手段は、前記検出されたチルトに基づいて前記光ビームの光軸を傾斜させ、当該チルト量を相殺する傾斜機構等の傾斜手段であるように構成される。

【0054】請求項10に記載の発明の作用によれば、請求項1から6のいずれか一項に記載の発明の作用に加えて、補正手段としての傾斜手段は、検出されたチルトに基づいて光ビームの光軸を傾斜させ、当該チルトを相殺する。

【0055】よって、チルトを検出するために情報再生用以外に別途光ビームを照射する必要がなく、簡易な構成で傾斜を相殺して波面収差を補正することができる。

【0056】上記の課題を解決するために、請求項11に記載の発明は、請求項1から10のいずれか一項に記載の収差補正装置と、前記光ビームを前記情報記録媒体上に集光する対物レンズ等の集光手段と、前記検出信号に基づいて前記記録情報を再生する復調部等の再生手段と、を備える。

【0057】請求項11に記載の発明の作用によれば、請求項1から10のいずれか一項に記載の発明の作用に加えて、集光手段は、光ビームを情報記録媒体上に集光する。

【0058】一方、再生手段は、検出信号に基づいて記録情報を再生する。

【0059】よって、簡易な構成でチルトに起因する波面収差を補正して正確に情報を再生することができる。

【0060】上記の課題を解決するために、請求項12に記載の発明は、請求項3及び請求項5に記載の収差補正装置と、前記光ビームを前記情報記録媒体上に集光する対物レンズ等の集光手段と、前記検出信号から、前記

内側クロストーク、前記外側クロストーク、前記前クロストーク及び前記後クロストークの夫々を減算し、減算検出信号を生成する減算器等の減算手段と、前記減算検出信号に基づいて前記記録情報を再生する復調部等の再生手段と、を備える。

【0061】請求項12に記載の発明の作用によれば、請求項3及び請求項5に記載の発明の作用に加えて、集光手段は光ビームを情報記録媒体上に集光する。

【0062】そして、減算手段は、検出信号から、内側クロストーク、外側クロストーク、前クロストーク及び後クロストークの夫々を減算し、減算検出信号を生成する。

【0063】そして、再生手段は、減算検出信号に基づいて記録情報を再生する。

【0064】よって、簡易な構成でチルトに起因する波面収差を補正できると共に、夫々のクロストークを除去して正確に情報を再生することができる。

【0065】

【発明の実施の形態】次に、本発明に好適な実施の形態について、図面に基づいて説明する。

【0066】なお、以下に説明する実施の形態は、記録情報に対応するピットにより同心円状又はスパイラル状のトラックを形成して当該記録情報を記録したディスク状記録媒体としての光ディスクから当該記録情報を再生する情報再生装置に対して本発明を適用した場合の実施形態である。

【0067】(I) 第1実施形態

始めに、本発明の第1実施形態について、図1乃至図13を用いて説明する。

【0068】先ず、第1実施形態の情報再生装置の全体構成について、図1を用いて説明する。

【0069】図1に示すように、第1実施形態の情報再生装置Sは、レーザダイオード7と、回折格子6と、ビームスプリッタ4と、補正手段としての液晶パネル3と、集光手段としての対物レンズ2と、検出手段としてのディテクタ5と、三つのアンプ8と、遅延回路9及び10と、チルト検出手段、電圧印加手段及び駆動手段としての信号処理部11と、再生手段としての復調部12と、により構成されている。

【0070】次に、各部の動作を説明する。なお、光ディスク1に記録されている記録情報は、図1に示すように、当該記録情報に対応する複数種類の長さを持つピットPがその縦方向に一列に並んでトラックを形成することにより記録されている。また、当該光ディスク1の接線方向の回転速度を V_L とする。

【0071】レーザダイオード7は、レーザ光である光ビームBを出射する。

【0072】そして、回折格子6は、光ビームBを、主ビームBMと第1副ビームBS₁と第2副ビームBS₂とに分離する。

【0073】次に、ビームスプリッタ4は、主ビームBM、第1副ビームBS₁及び第2副ビームBS₂夫々の一部を透過して液晶パネル3に到達させる。

【0074】このとき、液晶パネル3は、信号処理部11からのチルト補正制御信号Scに基づいて主ビームBM、第1副ビームBS₁及び第2副ビームBS₂に位相差を与え、光ディスク1に発生しているチルトに起因する波面収差を補正する。

【0075】そして、対物レンズ2は、位相差が与えられた主ビームBM、第1副ビームBS₁及び第2副ビームBS₂を光ディスク1に照射する。ここで、主ビームBMは再生すべき記録情報が記録されているトラック（以下、再生トラックと称する。）に照射され、当該再生トラック上に中央光スポットCを形成する。また、第1副ビームBS₁は当該再生トラックの一つ内側のトラック（以下、内側トラックと称する。）に照射され、当該内側トラック上に内側光スポットINを形成する。更に、第2副ビームBS₂は当該再生トラックの一つ外側のトラック（以下、外側トラックと称する。）に照射され、当該外側トラック上に外側光スポットOUTを形成する。

【0076】その後、各トラックに照射された主ビームBM、第1副ビームBS₁及び第2副ビームBS₂は、各トラック上のピットPにより強度変調されると共に光ディスク1で反射されることにより偏波面が回転され、再び対物レンズ2、液晶パネル3を介してビームスプリッタ4に到達し、当該ビームスプリッタ4によりディテクタ5の受光面の方向へ反射される。

【0077】次に、ディテクタ5で受光された主ビームBM、第1副ビームBS₁及び第2副ビームBS₂は、夫々別個に電気信号に変換され、夫々主ビームBMに対応する中央検出信号Scent、第1副ビームBS₁に対応する内側検出信号Sin及び第2副ビームBS₂に対応する外側検出信号Soutとして夫々別個にアンプ8へ出力されて夫々に増幅される。

【0078】そして、アンプ8で増幅された各検出信号のうち、外側検出信号Soutはそのまま信号処理部11に出力される。

【0079】一方、増幅された中央検出信号Scentは、遅延回路9により遅延量DLで遅延された後、信号処理部11に出力される。

【0080】更に、増幅された内側検出信号Sinは、遅延回路10により遅延量2×DLで遅延された後、信号処理部11に出力される。

【0081】ここで、遅延回路9及び10における遅延量DL（又は2×DL）は、

【数1】 $DL = L / V_L$

とされている。ここで、Lは内側光スポットINと中央光スポットCとの間及び中央光スポットCと外側光スポットOUTとの間の光ディスク1のトラックに沿った方

向の距離である。

【0082】なお、情報再生装置Sにおいて遅延回路9及び10を設けている理由は以下の通りである。

【0083】すなわち、後述のように、信号処理部11では内側検出信号Sin、中央検出信号Scent及び外側検出信号Soutに基づいて、中央検出信号Scentに対する内側検出信号Sinからのクロストークと中央検出信号Scentに対する外側検出信号Soutからのクロストークとを求めて上記チルト補正制御信号Scを生成しているが、このとき、夫々の検出信号は光ディスク1の半径方向に一直線に並んだ内側光スポットIN、中央光スポットC及び外側光スポットOUTに基づいて生成されなければならない。ところが、実際の情報再生装置Sでは、回折格子6を用いて光ビームBを分離した場合には、夫々の光スポットを光ディスク1の半径方向に一直線に並べることは困難である。そこで、情報再生装置Sにおいては、先行している内側光スポットINから生成される内側検出信号Sinを遅延量2×DLで遅延させると共に中央光スポットCから生成される中央検出信号Scentを遅延量DLで遅延させることにより、外側光スポットOUTから外側検出信号Soutが生成された時点で三つの検出信号を同時に信号処理部11に出力することとしている。ここで、この遅延処理期間中でも光ディスク1自体は速度V_Lで移動しているため、結局、当該遅延処理により光ディスク1の半径方向に一直線に並ぶ位置のピットPに基づく各検出信号が同時に信号処理部11に入力されることとなり、正確に上記各クロストークが検出されるのである。

【0084】そして、信号処理部11は、入力された内側検出信号Sin、中央検出信号Scent及び外側検出信号Soutに基づいて後述の処理によりチルト補正制御信号Scを生成して液晶パネル3に出力する。これにより、液晶パネル3は各光ビームに対して位相差を与えて光ディスク1に発生しているチルトに起因する波面収差を補正する。

【0085】一方、信号処理部11は、上記チルト補正信号Scの生成と並行して上記中央検出信号Scentをそのまま復調部12に出力する。

【0086】そして、復調部12は、当該中央検出信号Scentを復調し、光ディスク1上の再生すべき記録情報に対応する再生信号Ssを生成する。

【0087】次に、信号処理部11の構成について、図2を用いて説明する。

【0088】図2に示すように、信号処理部11は、A/Dコンバータ24、25及び26と、ラジアルチルト検出手段としてのラジアルチルト検出部20と、タンジェンシャルチルト検出手段としてのタンジェンシャルチルト検出部21と、ラジアルチルト制御部22と、タンジェンシャルチルト制御部23とにより構成されている。

【0089】一方、ラジアルチルト検出部20は、クロストーク検出手段としてのクロストーク量検出部30及び31と、減算器32と、により構成されている。

【0090】また、タンジェンシャルチルト検出部21は、クロストーク検出手段としてのクロストーク量検出部33及び34と、減算器35と、遅延回路36及び37と、により構成されている。

【0091】次に、各部の動作を説明する。

【0092】A/Dコンバータ26は、遅延回路9から出力された中央検出信号Scentをデジタル信号に変換し、復調部12に出力すると共にクロストーク量検出部30、31及び33に出力する。

【0093】一方、A/Dコンバータ24は、遅延回路10から出力された内側検出信号Sinをデジタル信号に変換し、クロストーク量検出部30に出力する。

【0094】更に、A/Dコンバータ25は、アンプ8から出力された外側検出信号Soutをデジタル信号に変換し、クロストーク量検出部31に出力する。

【0095】そして、クロストーク量検出部30は、入力された内側検出信号Sinと中央検出信号Scentとを用いて、中央検出信号Scentに対する内側検出信号Sinからのクロストーク量（以下、内側クロストーク量と称する。）を検出し、内側クロストーク信号Sctiとして減算器32に出力する。

【0096】更に、クロストーク量検出部31は、入力された外側検出信号Soutと中央検出信号Scentとを用いて、中央検出信号Scentに対する外側検出信号Soutからのクロストーク量（以下、外側クロストーク量と称する。）を検出し、外側クロストーク信号Sctoとして減算器32に出力する。

【0097】これにより、減算器32では、後述の検出原理に基づいて、内側クロストーク信号Sctiと外側クロストーク信号Sctoとの差を演算し、差信号Ssrを生成し、ラジアルチルト制御部22に出力する。この差信号Ssrがラジアル方向のチルト量を示す信号となる（詳細は後述する。）。

【0098】そして、差信号Ssrが入力されたラジアルチルト制御部22は、当該差信号Ssrに基づいて、液晶パネル3をラジアルチルト補正用に駆動するためのチルト補正制御信号Sc₁を生成し、後述する液晶パネル3のラジアルチルト補正用の電極に印加する。

【0099】一方、タンジェンシャルチルト検出部21に入力された中央検出信号Scentは、遅延回路36及び37において後述する遅延量だけ遅延され、夫々、遅延信号Sd₁及びSd₂として出力され、中央検出信号Scentと遅延信号Sd₁がクロストーク量検出部33に、遅延信号Sd₁及びSd₂がクロストーク量検出部34に夫々入力される。

【0100】そして、これ以後、タンジェンシャルチルト検出部21においては、遅延信号Sd₁、遅延信号Sd₂及び中央検出信号Scentについては、遅延信号Sd₁に

含まれている情報が光ディスク1の一のトラック上において時間的に後方の位置からの情報に相当し、遅延信号Sd₁に含まれている情報が当該一のトラック上において時間的に中央の位置からの情報に相当し、中央検出信号Scentに含まれている情報が当該一のトラック上において時間的に前方の位置からの情報に相当するものとして取り扱われる。そして、タンジェンシャルチルト検出部21においては、当該遅延信号Sd₁、遅延信号Sd₂及び中央検出信号Scentを用いて同一トラック上の中央の位置に対する前方の位置からのクロストーク量と後方の位置からのクロストーク量とを算出している。

【0101】すなわち、クロストーク量検出部33は、入力された遅延信号Sd₁と中央検出信号Scentとを用いて、遅延信号Sd₁に対する中央検出信号Scentからのクロストーク量（すなわち、同一トラック上における中央位置に対する前方位置からのクロストーク量。以下、前クロストーク量と称する。）を検出し、前クロストーク信号Sctfとして減算器35に出力する。

【0102】一方、クロストーク量検出部34は、入力された遅延信号Sd₁と遅延信号Sd₂とを用いて、遅延信号Sd₁に対する遅延信号Sd₂からのクロストーク量（すなわち、同一トラック上における中央位置に対する後方位置からのクロストーク量。以下、後クロストーク量と称する。）を検出し、後クロストーク信号Sctrとして減算器35に出力する。

【0103】これにより、減算器35では、後述の検出原理に基づいて、前クロストーク信号Sctfと後クロストーク信号Sctrとの差を演算し、差信号Sstを生成し、タンジェンシャルチルト制御部23に出力する。この差信号Sstがタンジェンシャル方向のチルト量を示す信号となる（詳細は後述する。）。

【0104】そして、差信号Sstが入力されたタンジェンシャルチルト制御部23は、当該差信号Sstに基づいて、液晶パネル3をタンジェンシャルチルト補正用に駆動するためのチルト補正制御信号Sc₂を生成し、後述する液晶パネル3のタンジェンシャルチルト補正用の電極に印加する。

【0105】なお、図2におけるチルト補正制御信号Sc₁とチルト補正制御信号Sc₂とを併せたものが図1におけるチルト補正制御信号Scに相当する。

【0106】次に、図3乃至図5を用いて、ラジアルチルト検出部20の動作について説明する。

【0107】先ず、本実施形態におけるラジアル方向のチルト量検出の原理について、図3を用いて説明する。

【0108】ラジアル方向についてチルトがないときは、図3（b）上図に示すように対物レンズ2から出射される光ビームBM（以下の説明では、光ビームBM、BS₁及びBS₂を代表して光ビームBMを用いて説明する。）の光軸は光ディスク1の情報記録面に対して垂直

であるので、中央光スポットC自体の形状がほぼ真円となり、ビームプロファイル（光ディスク1上における光ビームBMの強度分布）も図3（b）下図に示すように光ビームBMが照射されている中央トラックに対してラジアル方向に左右対称となる。従って、中央トラックに対する内側クロストーク量は、当該中央トラックに対する外側クロストーク量に等しい。よって、この場合には、二つのクロストーク量の差をとると零となる。

【0109】一方、図3（a）に示すように、光ビームBMの光軸が内側トラックの方向に角度 θ だけずれている場合を考えると、中央光スポットCの形状は光軸の傾き方向とは逆の外側トラックの方向に広がった形状となる。よって、ビームプロファイルも図3（a）下図に示すように外側トラックの方向のビーム強度が強くなり、中央トラックに対してラジアル方向に左右対称とはならない。従って、中央トラックに対する外側クロストーク量の方が、当該中央トラックに対する内側クロストーク量よりも多くなる。よって、この場合には、二つのクロストーク量の差は零とならず、例えば、内側クロストーク量から外側クロストーク量を差し引いた値は負の値となる。

【0110】これに対し、図3（c）に示すように、光ビームBMの光軸が外側トラックの方向に角度 θ だけずれている場合を考えると、中央光スポットCの形状は内側トラックの方向に広がった形状となる。よって、ビームプロファイルも図3（c）下図に示すように内側トラックの方向のビーム強度が強くなり、中央トラックに対してラジアル方向に左右対称とはならない。従って、図3（c）の場合には、中央トラックに対する内側クロストーク量の方が、当該中央トラックに対する外側クロストーク量よりも多くなる。よって、この場合にも、二つのクロストーク量の差は零とならず、例えば、内側クロストーク量から外側クロストーク量を差し引いた値は正の値となる。

【0111】以上の説明から明らかなように、内側クロストーク量と外側クロストーク量との差をとれば、その正負によりラジアル方向についてのチルトの方向が解ると共にその量からチルト量が判明する。更に、上記差が零となるように液晶パネル3を駆動すればラジアル方向のチルトに起因する波面収差の補正ができることとなる。

【0112】次に、図4及び図5を用いて、クロストーク量検出部30及び31の構成と共に具体的なクロストーク量の検出動作について説明する。

【0113】図4に示すように、クロストーク量検出部30は、参照信号発生回路40と、減算器42と、乗算器44とにより構成されている。

【0114】また、クロストーク量検出部31は、参照信号発生回路41と、減算器43と、乗算器44とにより構成されている。

【0115】次に、図4及び図5を用いて動作を説明する。なお、クロストーク量検出部30とクロストーク量検出部31とは、同じ動作により夫々内側クロストーク量又は外側クロストーク量を検出して内側クロストーク信号Scti又は外側クロストーク信号Sctoを出力するので、以下の説明では代表してクロストーク量検出部30を用いてその動作を説明する。

【0116】先ず、前提として、クロストーク量検出部30における内側クロストーク量の検出は、光ビームBMが予め光ディスク1上に形成されている参照領域を照射しているときに実行される。なお、この参照領域には、再生すべき本来の記録情報に対応するピットは形成されておらず、予め設定された、例えば一定の長さの複数のピットが一定の間隔をおいて連続するように形成されている。

【0117】始めに、参照信号発生回路40は、上記参照領域に対してクロストークが全くない状態で光ビームBMが照射されたときに得られるはずの中央検出信号Scent（すなわち、理想的な波形の中央検出信号Scent）と同一の波形を有する参照信号Sr₁（図5上から2段目点線波形参照）を生成し、減算器42に出力する。

【0118】次に、減算器42は、入力されている中央検出信号Scent（図5上から2段目実線波形参照）から参照信号Sr₁を減算し、誤差信号Srr₁（図5上から3段目参照）を生成して乗算器44に出力する。この誤差信号Srr₁は、中央検出信号Scentに含まれるクロストーク量の各標本値毎の値を示している。

【0119】次に、乗算器44は、生成された誤差信号Srr₁に対して、入力されている内側検出信号Sinを乗算して上記内側クロストーク信号Scti（図5最下段参照）を生成する。この乗算器44における処理は、誤差信号Srr₁に含まれる誤差（内側クロストーク又は外側クロストーク）のうち、内側検出信号Sinに起因する内側クロストーク量のみを抽出し、内側クロストーク信号Sctiとして生成するための処理である。

【0120】そして、上述の動作によりクロストーク量検出部30から出力された内側クロストーク信号Sctiと、同様の動作によりクロストーク量検出部31から出力された外側クロストーク信号Sctoとが減算器32に入力され、上述した原理に従って内側クロストーク信号Sctiから外側クロストーク信号Sctoが減算され、ラジアル方向のチルト量を示す差信号Ssrが生成される。

【0121】次に、図6乃至図8を用いて、タンジェンシャルチルト検出部21の動作について説明する。

【0122】先ず、本実施形態におけるタンジェンシャル方向のチルト量検出の原理について、図6及び図7を用いて説明する。

【0123】上述したラジアルチルト検出部20においては、図6（a）に示すように、中央光スポットCに対する内側光スポットINからの内側クロストーク量を示

す内側クロストーク信号 S_{cti} と外側光スポット OUT からの外側クロストーク量を示すクロストーク信号 S_{cto} とからラジアル方向のチルト量を検出した。

【0124】この方法を流用し、以下に説明するタンジェンシアルチルト検出部 21 においては、同じ中央トラック T_{cent} 上の三つの異なる位置に、仮想的に前方光スポット FR、後方光スポット RE 及び中央光スポット C' を形成し、これらの三つの光スポットからの検出信号（中央トラック T_{cent} 上の前後する三つの位置からの検出信号）を用いてラジアルチルト検出部 20 と同様の原理によりタンジェンシアル方向のチルト量を検出する。

【0125】なお、実際のタンジェンシアルチルト検出部 21 では、上記仮想的な前方光スポット FR、後方光スポット RE 及び中央光スポット C' からの検出信号として、中央検出信号 S_{cent} そのものを前方光スポット FR からの検出信号と見做し、中央検出信号 S_{cent} を遅延した遅延信号 S_{d1} を中央光スポット C' からの検出信号と見做し、遅延信号を更に遅延した遅延信号 S_{d2} を後方光スポット RE からの検出信号と見做している。

【0126】次に、タンジェンシアルチルト検出の具体的な原理について、図 7 を用いて説明する。

【0127】タンジェンシアル方向についてチルトがないときは、図 7 (b) 上図に示すように対物レンズ 2 から出射される光ビーム BM の光軸は光ディスク 1 の情報記録面に対して垂直であるので、中央光スポット C' 自体の形状がほぼ真円となり、ビームプロファイルも図 7 (b) 下図に示すように光ビーム BM が照射されている中央トラック T_{cent} に対してタンジェンシアル方向に前後対称となる。従って、中央トラック T_{cent} における前クロストーク量は後クロストーク量に等しい。よって、この場合には、二つのクロストーク量の差をとると零となる。

【0128】一方、図 7 (a) に示すように、光ビーム BM の光軸が光ビーム BM の走査方向と反対方向に角度 γ だけずれている場合を考えると、中央光スポット C' の形状は光軸の傾き方向とは逆の光ビーム BM の走査方向の前方に広がった形状となる。よって、ビームプロファイルも図 7 (a) 下図に示すように光ビーム BM の走査方向の前方のビーム強度が強くなり、中央トラック T_{cent} のタンジェンシアル方向に前後対称とはならない。従って、前クロストーク量の方が後クロストーク量よりも多くなる。よって、この場合には、二つのクロストーク量の差は零とならず、例えば、前クロストーク量から後クロストーク量を差し引いた値は正の値となる。

【0129】これに対し、図 7 (c) に示すように、光ビーム BM の光軸が走査方向と同じ方向に角度 γ だけずれている場合を考えると、中央光スポット C' の形状は光ビーム BM の走査方向の後方に広がった形状となる。よって、ビームプロファイルも図 7 (c) 下図に示すよ

うに光ビーム BM の走査方向の後方のビーム強度が強くなり、中央トラック T_{cent} のタンジェンシアル方向に前後対称とはならない。従って、前クロストーク量の方が後クロストーク量よりも少なくなる。よって、この場合には、例えば、前クロストーク量から後クロストーク量を差し引いた値は負の値となる。

【0130】以上の説明から明らかなように、前クロストーク量と後クロストーク量との差をとれば、その正負によりタンジェンシアル方向についてのチルトの方向

（前方か、又は後方か）が解ると共にその量からチルト量が判明する。更に、上記差が零となるように液晶パネル 3 を駆動すればタンジェンシアル方向のチルトに起因する波面収差の補正ができることとなる。

【0131】なお、各遅延回路 36 及び 37 における遅延量（通常同じ遅延量とされている。）が小さい場合

（図 7 中白丸で示す。）と大きい場合（図 7 中黒丸で示す。）とを比較した場合には、遅延量が小さいときには、光ビーム BM の光軸が光ビーム BM の走査方向と反対方向にずれているとき（図 7 (a) の場合）前クロストーク量が後クロストーク量より多くなり、光ビーム BM の光軸が光ビーム BM の走査方向と同じ方向にずれているとき（図 7 (c) の場合）前クロストーク量が後クロストーク量より少なくなる。

【0132】一方、遅延量が大きいときには、光ビーム BM の光軸が光ビーム BM の走査方向と反対方向にずれているとき前クロストーク量が後クロストーク量より少なくなり、光ビーム BM の光軸が光ビーム BM の走査方向と同じ方向にずれているとき前クロストーク量が後クロストーク量より多くなる。

【0133】従って、遅延回路 36 及び 37 の遅延量により検出されるチルトの極性が異なることとなるが、実際には白丸の位置のクロストーク量又は黒丸の位置のクロストーク量のいずれか一方を用いればタンジェンシアル方向のクロストーク量が検出できる。或いは、白丸の位置のクロストーク量又は黒丸の位置のクロストーク量のいずれか一方により求めたチルト量の極性を反転させてから両者を加算するようにしてもよい。なお、遅延回路 36 及び 37 における遅延時間 τ の具体例としては、例えば、白丸の位置のクロストーク量を検出するとき

は、 λ を光ビーム B の波長、NA を対物レンズ 2 の開口数として、

【数 2】 $\tau < 0.6 \times (\lambda / NA) \times (1 / V_L)$

とされ、黒丸の位置のクロストーク量を検出するとき

は、

【数 3】 $\tau \geq 0.6 \times (\lambda / NA) \times (1 / V_L)$

とされる。

【0134】次に、図 8 を用いて、クロストーク量検出部 33 及び 34 の構成と共に具体的なクロストーク量の検出動作について説明する。

【0135】図 8 に示すように、クロストーク量検出部

33は、参照信号発生回路50と、減算器52と、乗算器54とにより構成されている。

【0136】また、クロストーク量検出部34は、参照信号発生回路51と、減算器53と、乗算器54とにより構成されている。

【0137】次に、図8を用いて動作を説明する。なお、クロストーク量検出部33とクロストーク量検出部34とは、同じ動作により夫々前クロストーク量又は後クロストーク量を検出して前クロストーク信号Sctf又は後クロストーク信号Sctrを出力するので、以下の説明では代表してクロストーク量検出部33を用いてその動作を説明する。

【0138】更に、クロストーク量検出部33とクロストーク量検出部34とは、上述したクロストーク量検出部30における内側検出信号Sinをクロストーク量検出部33における中央検出信号Scentに置換し、クロストーク量検出部30又はクロストーク量検出部31における中央検出信号Scentをクロストーク量検出部33又はクロストーク量検出部34における遅延信号Sd₁に置換し、クロストーク量検出部31における外側検出信号S_{out}をクロストーク量検出部34における遅延信号Sd₂に置換したものと同様であるので、クロストーク量検出部33又は34における各部の波形図については図5を流用する。

【0139】先ず、クロストーク量検出部30の場合と同様に、前提として、クロストーク量検出部33における前クロストーク量の検出は、光ビームBMが上記参照領域を照射しているときに実行される。

【0140】始めに、参照信号発生回路50は、上記参照領域に対してクロストークが全くない状態で光ビームBMが照射されたときに得られるはずの遅延信号Sd₁と同一の波形を有する参照信号Sr₁を生成し、減算器52に出力する。

【0141】次に、減算器52は、入力されている遅延信号Sd₁から参照信号Sr₁を減算し、誤差信号Srr₁を生成して乗算器54に出力する。この誤差信号Srr₁は、遅延信号Sd₁に含まれるクロストーク量の各標本値毎の値を示している。

【0142】次に、乗算器54は、生成された誤差信号Srr₁に対して、入力されている中央検出信号Scentを乗算して上記前クロストーク信号Sctf（図5最下段参照）を生成する。この乗算器54における処理は、誤差信号Srr₁に含まれる誤差（前クロストーク又は後クロストーク）のうち、中央検出信号Scentに起因する前クロストーク量のみを抽出し、前クロストーク信号Sctfとして生成する処理である。

【0143】そして、上述の動作によりクロストーク量検出部33から出力された前クロストーク信号Sctfと、同様の動作によりクロストーク量検出部34から出力された後クロストーク信号Sctbとが減算器35に入

力され、上述した原理に従って前クロストーク信号Sctfから後クロストーク信号Sctbが減算され、タンジェンシャル方向のチルト量を示す差信号Sstが生成される。

【0144】これ以後は、上述したように、差信号Ssr及び差信号Sstが夫々ラジアルチルト制御部22及びタンジェンシャルチルト制御部23に出力される。

【0145】次に、当該ラジアルチルト制御部22及びタンジェンシャルチルト制御部23の構成及び動作について、図9を用いて説明する。

【0146】図9に示すように、ラジアルチルト制御部22は、積分器22Aと、ドライバ22Bとにより構成されている。また、タンジェンシャルチルト制御部23は、積分器23Aと、ドライバ23Bとにより構成される。

【0147】次に、動作を説明する。

【0148】差信号Ssrが入力される積分器22Aは、当該差信号Ssrに含まれる各標本値を所定間隔毎に平均化し、ドライバ22Bに出力する。そして、ドライバ22Bは、平均化された差信号Ssrに対して増幅等の処理を施し、チルト補正制御信号Sc₁として液晶パネル3に出力する。

【0149】一方、差信号Sstが入力される積分器23Aは、当該差信号Sstに含まれる各標本値を所定間隔毎に平均化し、ドライバ23Bに出力する。そして、ドライバ23Bは、平均化された差信号Sstに対して増幅等の処理を施し、チルト補正制御信号Sc₂として液晶パネル3に出力する。

【0150】そして、当該チルト補正制御信号Sc₁とチルト補正制御信号Sc₂とにより液晶パネル3が駆動され、チルトにより光ビームBに生じている波面収差が補正される。

【0151】次に、上記液晶パネル3の構成及び動作について、図10乃至図13を用いて説明する。

【0152】図10にその縦断面図を示すように、液晶パネル3は二層構造となっており、ガラス基板3hを挟んで、ラジアル方向のチルトによる波面収差を補正するための副液晶パネル3'と、タンジェンシャル方向のチルトによる波面収差を補正するための副液晶パネル3''とにより構成されている。

【0153】そして、副液晶パネル3'は、液晶分子Mを含む液晶3gを挟んで、当該液晶3gに所定の分子配向を与えるための配向膜3e及び3fが形成され、更に夫々の配向膜3e及び3fの外側にITO（Indium-tin Oxide；インジウム錫酸化物）等によりなる透明電極3c及び透明電極3dが形成されている。そして、副液晶パネル3''に接続されていない方の最外部には保護層としてのガラス基板3aが形成されている。

【0154】この構成において、透明電極3cは、後述するように、ラジアル方向の波面収差の分布に対応したパターン電極に分割されている。また、透明電極3dはパターン電極を有しない一様な平面電極とされている。

【0155】一方、副液晶パネル3"は、液晶分子Mを含む液晶3mを挟んで、配向膜3k及び3lが形成され、更に夫々の配向膜3k及び3lの外側にITO等によりなる透明電極3i及び透明電極3jが形成されている。そして、副液晶パネル3'に接続されていない方の最外部には保護層としてのガラス基板3bが形成されている。

【0156】この構成において、透明電極3jは、後述するように、タンジェンシャル方向の波面収差の分布に対応したパターン電極に分割されている。また、透明電極3iはパターン電極を有しない一様な平面電極とされている。

【0157】また、液晶3g及び3mとしては、図10に示すように液晶分子Mの光学軸方向とこれに垂直な方向とでその屈折率が異なる、いわゆる複屈折効果を有しているものが用いられ、透明電極3c、3d、3i及び3jに印加する電圧値を変化させることにより、図10(a)乃至(c)に示すように、液晶分子Mの向きを水平方向から垂直方向まで自在に変えることができる。

【0158】このとき、透明電極3d及び3iには一様な電圧値を有するように駆動され、一方、透明電極3cにはそのパターン電極毎に上述したラジアルチルト補正用のチルト補正制御信号 Sc_1 がラジアルチルト制御部22から印加され、更に、透明電極3jにはそのパターン電極毎に上述したタンジェンシャルチルト補正用のチルト補正制御信号 Sc_2 がタンジェンシャルチルト制御部23から印加される。

【0159】次に、各透明電極3c及び3jの構成について、図11を用いて説明する。

【0160】始めに、透明電極3cは、図11(a)に示すように線対称に配置された五つのパターン電極60a、60b、61a、61b及び62に分割されており、夫々のパターン電極は相互に絶縁されている。また、これらのパターン電極のうち、パターン電極60aと60bが同一のチルト補正制御信号 Sc_1 により駆動され、更にパターン電極61aと61bが同一のチルト補正制御信号 Sc_1 により駆動される。ここで、パターン電極60a及び60bに印加されるチルト補正制御信号 Sc_1 とパターン電極61a及び61bに印加されるチルト補正制御信号 Sc_1 とは、相互に極性が逆とされる。なお、透明電極3cが図11(a)に示す形状に分割されているのは、パターン電極の形状(すなわち、独立して

$$W_{tlt}(r, \phi) \approx \omega_{s1} \times r^3 \times \cos \phi + \omega_{i1} \times r \times \cos \phi \quad \cdots (1)$$

ここで、 ω_{s1} 及び ω_{i1} は光ディスク1のチルト角、基板の厚さ、基板の屈折率及び対物レンズ2の開口数(N.A.)で与えられる定数であり、 ω_{s1} はコマ収差、 ω_{i1} は像点の移動による収差を表している。この数式を用いて瞳面での波面収差分布を計算した結果が、後述する図12により示される波面収差分布(ラジアル方向のチルト

駆動制御される領域の区分)を後述するラジアル方向に発生する波面収差の分布と同一の形状とするためである。また、透明電極3c全体の大きさとしては、光ビームBMの当該透明電極3cへの入射範囲SPが、図11(a)に示す範囲となるような大きさとされる。

【0161】一方、透明電極3jは、図11(b)に示すように線対称に配置された五つのパターン電極64a、64b、63a、63b及び65に分割されており、夫々のパターン電極は相互に絶縁されている。また、これらのパターン電極のうち、パターン電極64aと64bが同一のチルト補正制御信号 Sc_2 により駆動され、更にパターン電極63aと63bが同一のチルト補正制御信号 Sc_2 により駆動される。ここで、パターン電極64a及び64bに印加されるチルト補正制御信号 Sc_2 とパターン電極63a及び63bに印加されるチルト補正制御信号 Sc_2 とは、相互に極性が逆とされる。なお、透明電極3jが図11(b)に示す形状に分割されているのは、透明電極3cの場合と同様に、パターン電極の形状を後述するタンジェンシャル方向に発生する波面収差の分布と同一の形状とするためである。また、透明電極3j全体の大きさとしては、光ビームBの当該透明電極3jへの入射範囲SPが、図11(b)に示す範囲となるような大きさとされる。

【0162】次に、液晶パネル3による光ディスク1のチルトに起因する波面収差の補正の原理及び上記各パターン電極の形状の決定要因について、図11乃至図13を用いて説明する。なお、以下の説明は、ラジアル方向の波面収差を補正する場合(すなわち、透明電極3cにチルト補正制御信号 Sc_1 を印加して波面収差を補正する場合)について説明するものである。

【0163】まず、対物レンズ2の瞳面における波面収差を $W(r, \phi)$ とする。ここで、 (r, ϕ) は瞳面の極座標である。

【0164】今、光ディスク1が光ビームBMの軸に対して傾いた場合(すなわち、チルトが発生した場合)には、上述のように波面収差(主としてコマ収差)が発生し、対物レンズ2により光ビームBMを絞ることができなくなる。この場合に、チルト角に起因して発生する波面収差 $W_{tlt}(r, \phi)$ のうち、その大部分を占めるのは、下記式(1)で表される波面収差である。

【0165】

【数4】

角に起因する波面収差分布)に対応する。

【0166】また、瞳面上の波面収差 $W(r, \phi)$ の標準偏差を W_{rms} とすると、当該 W_{rms} は下記式(2)により表される。

【0167】

【数5】

$$W_{rms} = \sqrt{\frac{\iint (W(r, \phi) - W_0)^2 r dr d\phi}{\pi}} \dots (2)$$

ここで、式(2)中の W_0 は $W(r, \phi)$ の瞳面上の平均値である。この W_{rms} は、波面収差の評価に用いられ、 W_{rms} を小さくすれば波面収差の影響が少なく良好な再生を行うことができる。

【0168】ところで、式(2)から明らかなように、波面収差を補正するには $W(r, \phi)$ を小さくすればよい。そこで、光ディスク1がそのラジアル方向に傾いたことにより発生した $W_{tlt}(r, \phi)$ を補正するために、液晶パネル3の透明電極3cにおける各パターン電極に印加されるチルト補正制御信号 Sc_i を制御して、あるパターン電極に対応する液晶3gの領域の屈折率を Δ

$$W(r, \phi) = W_{tlt}(r, \phi) + W_{lc}(r, \phi) \dots (3)$$

この式(3)から明らかなように、光ディスク1のラジアル方向のチルトに起因する波面収差 $W(r, \phi)$ を打ち消すには、

【数7】

$W(r, \phi) = W_{tlt}(r, \phi) + W_{lc}(r, \phi) = 0$ とすれば良い。すなわち、液晶3gにより光ディスク1のラジアル方向のチルトに起因する波面収差 $W_{tlt}(r, \phi)$ に対して逆極性の波面収差、つまり、

【数8】 $W_{lc}(r, \phi) = -W_{tlt}(r, \phi)$

となる波面収差 $W_{lc}(r, \phi)$ を光ビームBMに与えればよいことがわかる。

【0171】そこで、液晶3gにより光ディスク1のチルト角に起因する波面収差 $W_{tlt}(r, \phi)$ に対して逆極性の波面収差 $W_{lc}(r, \phi)$ を与えるためには、図12で示された光ディスク1のラジアル方向のチルト角に起因する波面収差分布に対応して液晶3gを分割するように各パターン電極を設け、各パターン電極に対応する領域の印加電圧を、ラジアル方向のチルトに起因する波面収差に対して逆極性の波面収差を与えるように制御すればよい。

【0172】ここで、図12は、当該ラジアル方向の波面収差分布を対物レンズ2の瞳面上で見た状態を示すものである。より具体的には、図12は、光ディスク1の情報記録面がラジアル方向に $+1^\circ$ 傾いた場合の光スポットの最良像点における波面収差分布を、入射する光ビームBMの最大領域の範囲内において表した図であり、当該波面収差分布を、波面収差の値が $-25\text{nm} \sim +25\text{nm}$ の範囲を有する領域Aを中心として 50nm の範囲幅を有する領域A乃至Kの境界線によって表している。そして、図12中のX2-X2は、光ディスク1の傾く方向に対応した軸（すなわち、ラジアル方向）である。なお、図13において、当該波面収差分布をX2-X2軸上における分布特性で表している。

n だけ変化させたとすると、この屈折率の変化により当該パターン電極に対応する領域を通過する光ビームBMに対して光路差 $\Delta n \times d$ （ d は液晶3gの厚さ）を与えることができる。

【0169】そして、液晶3gで与えられる光路差を $W_{lc}(r, \phi)$ とすると、液晶パネル3を配置したときの対物レンズ2の瞳面におけるラジアル方向の波面収差 $W(r, \phi)$ は以下に示す式(3)で表される。

【0170】

【数6】

【0173】また、波面収差の分布自体はラジアル方向のチルトの大きさによらず一定の分布形状をしており、チルトの大きさにより変化するの、波面収差量である。この点を図13を用いて説明すると、図13に示す曲線のピーク値はチルトが大きくなれば高くなり、チルトが小さくなれば低くなる。

【0174】本実施形態の液晶パネル3では、この波面収差の分布に着目して、透明電極3cの分割形状を図12の波面収差分布に類似した形状とし、各パターン電極に対応する領域の液晶3gにより、生じている波面収差 $W_{tlt}(r, \phi)$ を打ち消すように光ビームBMに位相差を与えて、ラジアル方向のチルトに起因する波面収差 $W_{tlt}(r, \phi)$ の影響を再生に影響のない範囲まで減少させている。すなわち、液晶3gの各分割領域（各パターン電極に対応する分割領域）毎にチルト補正制御信号 Sc_i を用いて電圧制御を行うことにより液晶分子Mの向きを変化させ、各分割領域の屈折率を変えることにより光ビームBMに位相差を与えてディスク1のラジアル方向の傾斜時に発生する波面収差 $W_{tlt}(r, \phi)$ を補正するのである。

【0175】以上説明したように、図11(a)に示す各パターン電極は、光ディスク1の記録面がラジアル方向に $+1^\circ$ 傾いた場合の波面収差分布（図12参照）に基づいてその形状が設定されたものであり、透明電極3cは、波面収差を5つの値で近似した場合に対応する5つのパターン電極を有している。

【0176】なお、パターン電極62に対応する領域は波面収差の値が0となる領域を含む領域であり、パターン電極61bに対応する液晶3gの領域とパターン電極60bに対応する液晶3gの領域は対称的な形状であり、透過する光ビームBMに与える位相差の値は逆極性となっている。更に、パターン電極60aに対応する液晶3gの領域とパターン電極61aに対応する液晶3g

の領域は対称的な形状であり、透過する光ビーム B に与える位相差の値は逆極性となっている。

【0177】なお、上述した図 10 乃至図 13 による説明では、光ディスク 1 のラジアル方向に生じた波面収差を補正する場合について説明したが、光ディスク 1 のタンジェンシャル方向に生じた波面収差を補正する場合については、透明電極 3 c のパターン電極の形状等の内容を 90° 回転させて適用すれば、タンジェンシャル方向の波面収差を透明電極 3 j を使用して補正する場合に対応する。従って、透明電極 3 j における各パターン電極 64 a、64 b、63 a、63 b 及び 65 の形状についても、タンジェンシャル方向に平行な対称軸を対象とした波面収差分布（図 12 における X2-X2 軸をタンジェンシャル方向とした場合の波面収差分布）に類似した形状とされている。

【0178】そして、当該各パターン電極 64 a、64 b、63 a、63 b 及び 65 がチルト補正制御信号 Sc_i により駆動され、タンジェンシャル方向のチルトにより生じている波面収差を補正することとなる。

【0179】以上説明したように、第 1 実施形態の情報再生装置 S の動作によれば、光ビーム B の照射により得られる中央検出信号 S_{cent} 等に基づいてチルトを検出するので、当該チルトを検出するために光ビーム B 以外に別途光ビームを照射する必要がなく、収差補正のための構成を簡略化することができる。

【0180】また、機械的な稼動部分が不要であるので、収差補正装置としての信頼性が向上すると共に小型化が可能となる。

【0181】従って、簡易且つ小型化された構成で正確に光ビーム BM の光軸のチルトに起因する収差を補正することができる。

【0182】また、隣接するトラックからの内側検出信号 S_{in} 又は外側検出信号 S_{out} を用いてラジアルチルトを検出すると共に中央検出信号 S_{cent} を用いてタンジェンシャルチルトを検出するので、正確に夫々の方向のチルトを検出して波面収差を補正することができる。

【0183】更に、内側クロストーク量と外側クロストーク量とを検出し、その差が零となるようにしてラジアル方向に発生する波面収差を補正するので、簡易な構成で正確に当該波面収差を補正することができる。

【0184】更にまた、前クロストーク量と後クロストーク量とを検出し、その差が零となるようにしてタンジェンシャル方向に発生する波面収差を補正するので、簡易な構成で正確に当該波面収差を補正することができる。

【0185】また、光ビーム B の光路上に配置された液晶パネル 3 を用いて波面収差を補正するので、簡易な構成で波面収差を補正することができる。

【0186】更に、液晶パネル 3 における液晶 3 g 又は 3 m にチルトに基づいた電圧を印加することにより、光

ビーム B に対して位相差を与えて波面収差を補正するので、効率的に光ビーム B の波面収差を補正することができる。

【0187】更にまた、液晶パネル 3 における透明電極が、光ビーム B に発生する波面収差の分布に対応した形状を有するパターン電極を複数個含んで構成されていると共に、ラジアルチルト制御部 22 又はタンジェンシャルチルト制御部 23 が、夫々のパターン電極に対して個別に電圧を印加して波面収差を補正するので、効果的に波面収差を補正することができる。

【0188】また、対物レンズ 2 により光ビーム B を光ディスク 1 上に集光し、更に復調部 12 により記録情報を再生するので、簡易な構成で光軸の傾斜に起因する波面収差を補正して正確に情報を再生することができる。

【0189】(II) 第 2 実施形態

次に、本発明の他の実施形態である第 2 実施形態について、図 14 乃至図 16 を用いて説明する。

【0190】上述の第 1 実施形態では、クロストーク量検出部 30、31、33 又は 34 内に乗算器 44、45、54 又は 55 を備えた構成について説明したが、第 2 実施形態では、回路作成に当たって複雑な構成となる乗算器を用いずに各クロストーク量を検出する構成となっている。

【0191】始めに、第 2 実施形態のクロストーク量検出部の構成について、図 14 を用いて説明する。なお、第 2 実施形態においては、各クロストーク量検出部以外の構成は第 1 実施形態の情報再生装置 S と同様であるので、細部の説明は省略する。また、第 2 実施形態の情報再生装置においても、第 1 実施形態の情報再生装置 S と同様に動作を同じくするクロストーク量検出部を四つ備えているが、以下の説明では、それらを代表して第 2 実施形態における内側クロストーク量を検出するクロストーク量検出部 30' について説明する。

【0192】図 14 に示すように、第 2 実施形態のクロストーク量検出部 30' は絶対値回路 70 と、コンパレータ 71 と、ゼロクロス検出回路 72 と、抽出回路 73 と、極性選択回路 74 と、アンド回路 77 と、極性検出回路 78 と、三つの遅延回路 79 A 乃至 79 C とにより構成されている。

【0193】また、極性選択回路 74 は、反転器 75 と、切換器 76 とにより構成されている。

【0194】次に、図 14 及び図 15 を用いて動作を説明する。

【0195】なお、上述の第 1 実施形態の情報記録再生 S のクロストーク量検出部 30 等においては、例えば、入力された中央検出信号 S_{cent} から参照信号 S_{r1} を減算し、これと内側検出信号 S_{in} とを乗算していたが、第 2 実施形態のクロストーク量検出部 30' では、中央検出信号 S_{cent} におけるゼロクロス点近傍の標本値のみを抽出し、当該抽出した標本値によりクロストーク量を検出

している。このことは、すなわち、第 1 実施形態の情報記録再生 S のクロストーク量検出部 30 等において、参照信号 S_{r1} を周期的な波形でなく一定値ゼロのみを有する信号とした場合と等価である。

【0196】クロストーク量検出部 30' に入力された内側検出信号 S_{in} は、遅延回路 79A により当該内側検出信号 S_{in} における一標本化周期分だけ遅延された後に極性検出回路 78 に出力されてその極性が検出されると共に、絶対値回路 70 においてその絶対値が検出され、絶対値信号 S_{ab} として出力される。

【0197】そして、当該絶対値信号 S_{ab} に含まれる各標本値と予め入力されている閾値信号 S_{th} の値とがコンパレータ 71 において比較され、当該閾値信号 S_{th} の値よりも大きい絶対値を有する絶対値信号 S_{ab} 内の標本値のみが比較信号 S_{cm} (図 15 上から 4 段目参照) として出力される。ここで、コンパレータ 71 において、閾値信号 S_{th} の値と絶対値信号 S_{ab} に含まれる各標本値とに含まれる各標本値とを比較して当該閾値信号 S_{th} の値よりも大きい値を有する標本値のみを抽出するのは、内側検出信号 S_{in} に含まれる標本値のうち、ゼロレベルに近く閾値信号 S_{th} の値よりも小さい値の標本値は、中央検出信号 S_{cent} に対してクロストークを与え得ないものとして扱えるからである。

【0198】一方、クロストーク量検出部 30' に入力された中央検出信号 S_{cent} は、遅延回路 79C により当該中央検出信号 S_{cent} における一標本化周期分だけ遅延されて抽出回路 73 に出力されると共に、ゼロクロス検出回路 72 に出力され、当該ゼロクロス検出回路 72 により中央検出信号 S_{cent} におけるゼロクロス点のタイミングを含み予め設定された所定のパルス幅を有するゼロクロス信号 S_{zr} (図 15 上から 3 段目参照) が生成される。

【0199】そして上記比較信号 S_{cm} を遅延回路 79B において内側検出信号 S_{in} における一標本化周期分だけ遅延させた信号とゼロクロス信号 S_{zr} とがアンド回路 77 に入力され、双方の論理積として論理積信号 S_{en} (図 15 上から 5 段目参照。) が出力される。この論理積信号 S_{en} は、内側検出信号 S_{in} がクロストークの影響を中央検出信号 S_{cent} に及ぼし得るほど大きく、且つ中央検出信号 S_{cent} がゼロクロス付近にあるタイミングを検出するものであり、当該タイミングで「HIGH」となる信号である。

【0200】そして、論理積信号 S_{en} がイネーブル端子に入力されている抽出回路 73 は、当該論理積信号 S_{en} が「HIGH」となっているタイミングに入力される中央検出信号 S_{cent} の標本値のみが、抽出信号 S_{pu} (図 15 上から 3 段目参照) として極性選択回路 74 に入力される。この抽出信号 S_{pu} が中央検出信号 S_{cent} におけるゼロクロス点付近の標本値に含まれるクロストーク量 (外側クロストーク量と、内側検出信号 S_{in} に含まれる

標本値のうち、中央検出信号 S_{cent} に対してクロストークを与え得る大きさを有する標本値の影響による内側クロストーク量とを加算したもの) を示すこととなる。

【0201】そして、極性選択回路 74 においては、入力された抽出信号 S_{pu} は、そのままスイッチ 76 の一方の端子に入力されると共に反転回路 75 に入力される。その後、反転回路 75 は、入力されている抽出信号 S_{pu} の標本値の極性を反転し、反転抽出信号 S_{pur} としてスイッチ 76 の他方の端子に出力する。

10 【0202】一方、スイッチ 76 には、内側検出信号 S_{in} の極性を極性検出回路 78 において判定した結果である極性信号 S_{ch} (図 15 下から 2 段目参照) が入力されている。

【0203】そして、スイッチ 76 においては、極性信号 S_{ch} に基づいて、内側検出信号 S_{in} の極性が正のとき抽出信号 S_{pu} を選択すると共に、内側検出信号 S_{in} の極性が負のとき反転抽出信号 S_{pur} を選択し、内側クロストーク信号 S_{cti}' として出力する。

20 【0204】この極性選択回路 74 の動作により、抽出信号 S_{pu} に対して、第 1 実施形態の情報再生装置 S における乗算器 44 と同様の処理が施され、内側クロストークの大きさを示す内側クロストーク信号 S_{cti}' が出力されることとなる。なお、以上の動作における全体のタイミング調整については、遅延回路 79A 乃至 79C により実行されている。

【0205】そして、クロストーク量検出部 30' と同様の処理により生成される外側クロストーク信号と上記内側クロストーク信号 S_{cti}' とに基づいて、第 1 実施形態の情報再生装置 S と同様の動作によりラジアル方向のチルト量が検出され、当該チルトに起因する波面収差が補正されることとなる。

【0206】また、タンジェンシャル方向についても、クロストーク量検出部 30' と同様の構成を有する二つのクロストーク量検出部により夫々前クロストーク量と後クロストーク量とが検出され、これらに基づいて、第 1 実施形態の情報再生装置 S と同様の動作によりタンジェンシャル方向の方向のチルト量が検出され、当該チルトに起因する波面収差が補正される。

【0207】次に、上記クロストーク量検出部 30' におけるゼロクロス検出部 72 の構成及び動作について、図 16 を用いて説明する。

【0208】図 16 (a) に示すように、ゼロクロス検出部 72 は、絶対値回路 80 と、コンパレータ 81 と、遅延回路 82、83、85 及び 86 と、排他的論理和回路 84 と、アンド回路 87 及び 88 とにより構成されている。

【0209】次に、動作について、図 16 (b) を用いて説明する。

【0210】ゼロクロス検出回路 72 に入力された中央検出信号 S_{cent} は、そのまま絶対値回路 80 及び排他的

論理和回路 8 4 の一方の端子に入力されると共に、遅延回路 8 2 に入力される。

【0211】そして、遅延回路 8 2 において、中央検出信号 S_{cent} における一標本化周期分だけ（すなわち、A/Dコンバータ 2 6 の標本化周波数の一標本化周期分だけ）遅延され、更に遅延回路 8 3 においても同じ時間だけ遅延されて排他的論理和回路 8 4 の他方の端子に入力される。すなわち、排他的論理和回路 8 4 には、図 1 6 (b) における符号 D_1 で示す標本値と符号 D_3 で示す標本値とが同時に入力される。そして、排他的論理和回路 8 4 からは、符号 D_1 で示す標本値と符号 D_3 で示す標本値におけるそれぞれの符号が異なるときだけ「HIGH」となる排他的論理和信号 S_{s_1} が出力され、当該排他的論理和信号 S_{s_1} がアンド回路 8 8 の一方の端子に入力される。

【0212】一方、絶対値回路 8 0 に出力されている中央検出信号 S_{cent} は、当該絶対値回路 8 0 においてその絶対値が検出され、絶対値信号 $S_{ab'}$ として出力される。

【0213】そして、当該絶対値信号 $S_{ab'}$ に含まれる各標本値と予め入力されている閾値信号 $S_{th'}$ の値とがコンパレータ 8 1 において比較され、当該閾値信号 $S_{th'}$ の値よりも大きい絶対値を有する絶対値信号 $S_{ab'}$ 内の標本値が入力されているとき「HIGH」となると共に、閾値信号 $S_{th'}$ の値よりも小さい絶対値を有する絶対値信号 $S_{ab'}$ 内の標本値が入力されているとき「LOW」となる比較信号 S_{d_6} が出力され、当該比較信号 S_{d_6} が三つの入力端子を有するアンド回路 8 7 の第 1 端子に出力される。

【0214】一方、比較信号 S_{d_6} は、遅延回路 8 5 にも出力され、A/Dコンバータ 2 6 の標本化周波数の一標本化周期分だけ遅延され、遅延比較信号 S_{d_4} として出力される。この遅延比較信号 S_{d_4} はそのまま次段の遅延回路 8 6 に出力されると共に、「HIGH」又は「LOW」が反転されてアンド回路 8 4 の第 2 端子に出力される。

【0215】次に、遅延回路 8 6 は、遅延比較信号 S_{d_4} を A/Dコンバータ 2 6 の標本化周波数の一標本化周期分だけ更に遅延し、遅延比較信号 S_{d_3} としてアンド回路 8 7 の第 3 端子に出力する。

【0216】そして、アンド回路 8 7 は、同時に入力される三つの信号の全てが「HIGH」であるときのみ「HIGH」となる論理積信号 S_{s_1} を生成し、アンド回路 8 8 の他方の端子に出力する。

【0217】ここで、比較信号 S_{d_6} は図 1 6 (b) に符号 D_3 で示す標本値に対応し、遅延比較信号 S_{d_4} は図 1 6 (b) に符号 D_2 で示す標本値に対応し、遅延比較信号 S_{d_3} は図 1 6 (b) に符号 D_1 で示す標本値に対応する。従って、遅延比較信号 S_{d_4} については反転されてアンド回路 8 7 に入力されていることから、結局、アンド

回路 8 8 の上記他方の端子に入力される論理積信号 S_{s_1} は、符号 D_3 で示される標本値の絶対値と符号 D_1 で示される標本値の絶対値とが共に閾値信号 S_{th} の値よりも大きく、且つ符号 D_2 で示される標本値の絶対値が閾値信号 $S_{th'}$ の値よりも小さいときのみ「HIGH」となる。

【0218】一方、アンド回路 8 8 の上記一方の端子には、上述のように符号 D_1 で示す標本値と符号 D_3 で示す標本値におけるそれぞれの符号が異なるときだけ「HIGH」となる排他的論理和信号 S_{s_2} が入力されているので、これらにより、アンド回路 8 8 の出力信号である上記ゼロクロス信号 S_{zr} は、閾値信号 $S_{th'}$ の値よりも小さい絶対値を有する標本値であって、且つ、その両隣の標本値が異符号である符号 D_2 で示される標本値（すなわち、ゼロクロス標本値）が抽出回路 7 3 に入力されたタイミングで「HIGH」となる。

【0219】なお、ゼロクロス信号 S_{zr} が「HIGH」となるのは厳密には符号 D_3 で示される標本値がゼロクロス検出回路 7 2 から出力されるときであるが、抽出回路 7 3 に入力される中央検出信号 S_{cent} が遅延回路 7 9 C で一標本化周期分だけ遅延されているので、結果的には、中央検出信号 S_{cent} における符号 D_2 で示される標本値が抽出回路 7 3 に入力されたときに「HIGH」となる論理積信号 S_{en} が抽出回路 7 3 のイネーブル端子に入力されることとなる。

【0220】以上説明したように、第 2 実施形態のクロストーク量検出部 3 0' を含む情報再生装置によれば、複雑な構成となる乗算器が不要となり、簡易な構成で、第 1 実施形態の情報再生装置と同様の効果を奏することができる。

【0221】なお、上述したクロストーク量検出部 3 0' の構成のうち、遅延回路 7 9 A 乃至 7 9 C はゼロクロス検出回路 7 2 として図 1 6 (a) に示す構成を用いた場合に必要となるものであり、仮に、ゼロクロス検出回路 7 2 として、遅延回路を含まない構成（例えば、単純に、中央検出信号 S_{cent} 内の標本値のうち、ゼロレベル近傍の所定の閾値以下の値を有する標本値のみを抽出してゼロクロス信号 S_{zr} とするような構成）を用いるときは、当該遅延回路 7 9 A 乃至 7 9 C は不要となる。

【0222】(III) 第 3 実施形態

次に、本発明の他の実施形態である第 3 実施形態について、図 1 7 及び図 1 8 を用いて説明する。

【0223】上述した第 1 及び第 2 実施形態のラジアルチルト検出部 2 0 及びタンジェンシャルチルト検出部 2 1 では、ラジアルチルト検出部 2 0 においては内側クロストーク信号 S_{cti} から外側クロストーク信号 S_{cto} を減算することによりラジアル方向のチルト量を示す差信号 S_{sr} を生成し、更にタンジェンシャルチルト検出部 2 1 においては前クロストーク信号 S_{ctf} から後クロストーク信号 S_{ctr} を減算することによりタンジェンシャル方

向のチルト量を示す差信号 Sst を生成していた。

【0224】これらのラジアルチルト検出部 20 及びタンジェンシャルチルト検出部 21 に代えて、第 3 実施形態のラジアルチルト検出部又はタンジェンシャルチルト検出部においては、中央検出信号 Scent からクロストークを除去するクロストークキャンセラ（いわゆる CTC）を構成し、この CTC のおけるキャンセル量を示すタップ係数をクロストーク量を示すパラメータと見做してクロストーク量を検出している。

【0225】先ず、第 3 実施形態の原理を、ラジアルチルトを検出する場合について説明する。

【0226】中央検出信号 Scent へのクロストーク量を数式で示すと、

$$\text{【数 9】 } S_{\text{cent}} = S_{r1} + a \times S_{\text{in}} + b \times S_{\text{out}}$$

となる。ここで、 S_{r1} は上記参照信号、すなわち、クロストークを含まない理想的な中央検出信号であり、 a は内側検出信号 S_{in} からのクロストーク係数であり、 b は外側検出信号 S_{out} からのクロストーク係数である。

【0227】一方、クロストーク除去後の中央検出信号 S_{cent}' は、内側クロストークを除去するためのタップ係数を C_{in} とし、外側クロストークを除去するためのタップ係数を C_{out} とすると、

【数 10】

$$\begin{aligned} S_{\text{cent}}' &= S_{\text{cent}} - C_{\text{in}} \times S_{\text{in}} - C_{\text{out}} \times S_{\text{out}} \\ &= S_{r1} + (a - C_{\text{in}}) \times S_{\text{in}} + (b - C_{\text{out}}) \times S_{\text{out}} \end{aligned}$$

となる。

【0228】ここで、第 3 実施形態におけるタップ係数を制御するための係数制御部（詳細は後述）は、もし中央検出信号 S_{cent}' にクロストークが残存していればそれを打ち消すようにタップ係数を制御するので、当該中央検出信号 S_{cent}' は最終的にクロストークを含まない信号となる。すなわち、

【数 11】 $a - C_{\text{in}} = 0$ 且つ、 $b - C_{\text{out}} = 0$ であり、よって、

【数 12】 $a = C_{\text{in}}$ 且つ、 $b = C_{\text{out}}$

となって、結局、夫々のタップ係数が夫々のクロストーク量を示すこととなる。

【0229】次に、上記の原理に基づいてチルト量を検出する第 3 実施形態のラジアルチルト検出部及びタンジェンシャルチルト検出部について、図 17 及び図 18 を用いて説明する。なお、図 17 及び図 18 において上記第 1 実施形態と同様の部材には同様の部材番号を付して細部の説明は省略する。更に、第 3 実施形態において、後述するラジアルチルト検出部及びタンジェンシャルチルト検出部以外の構成は第 1 実施形態の情報再生装置 S と同様であるので、細部の説明は省略する。

【0230】初めに、第 3 実施形態のラジアルチルト検出部について、図 17 を用いて説明する。

【0231】図 17 に示すように、第 3 実施形態のラジアルチルト検出部 20' は、係数制御部 90 及び 91

と、タップ数が 1 のディジタルトランスバーサルフィルタであるフィルタ 94 及び 95 と、減算手段としての減算器 96 と、第 1 実施形態のラジアルチルト検出部 20 と同様の減算器 32 とにより構成されている。

【0232】また、係数制御部 90 は、第 1 実施形態のクロストーク量検出部 30 と、積分器 92 とにより構成されている。

【0233】更に、係数制御部 91 は、第 1 実施形態のクロストーク量検出部 31 と、積分器 93 とにより構成されている。

【0234】次に、動作を説明する。

【0235】ラジアルチルト検出部 20' に入力された内側検出信号 S_{in} は、フィルタ 94 に出力されると共にクロストーク量検出部 30 内の乗算器 44 に出力される。

【0236】一方、クロストーク量検出部 20' に入力された中央検出信号 S_{cent} は、減算器 96 においてフィルタ 94 からの内側クロストーク量を示すフィルタ信号 S_{fti} とフィルタ 95 からの外側クロストーク量を示すフィルタ信号 S_{fto} が減算された後、クロストークが低減された中央検出信号 S_{cent}' としてクロストーク量検出部 30 内の減算器 42 及びクロストーク量検出部 31 内の減算器 43 に出力される。

【0237】そして、クロストーク量検出部 30 は、上記入力されている内側検出信号 S_{in} と中央検出信号 S_{cent}' とを用いて、第 1 実施形態と同様の動作により、内側クロストーク量を示す内側クロストーク信号 S_{cti} を生成し、積分器 92 に出力する。

【0238】その後、積分器 92 は、内側クロストーク信号 S_{cti} を積分して平均化することにより、フィルタ 94 のタップ係数を制御するためのタップ制御信号 S_{cin} （上記タップ係数 C_{in} に相当する。）を生成し、フィルタ 94 に出力すると共に減算器 32 に出力する。

【0239】最後に、フィルタ 94 は、タップ制御信号 S_{cin} に基づいて上記フィルタ信号 S_{fti} を生成し、減算器 96 に出力する。

【0240】一方、係数制御部 91 は、夫々入力される中央検出信号 S_{cent}' と外側検出信号 S_{out} とに基づいて、上述した係数制御部 90 と同様の動作によりフィルタ 95 のタップ係数を制御するためのタップ制御信号 S_{cout} （上記タップ係数 C_{out} に相当する。）を生成し、フィルタ 95 に出力すると共に減算器 32 に出力する。

【0241】そして、フィルタ 95 は、タップ制御信号 S_{cout} に基づいて上記フィルタ信号 S_{fto} を生成し、減算器 96 に出力する。

【0242】そして、減算器 96 において、入力されているフィルタ信号 S_{fti} 及びフィルタ信号 S_{fto} を中央検出信号 S_{cent} から減算し、新たにクロストーク量を低減した中央検出信号 S_{cent}' を生成する。なお、中央検出信号 S_{cent}' の生成に当たっては、中央検出信号 S_{cent}

に含まれる内側クロストーク及び外側クロストークはフィルタ信号 S_{fti} 及びフィルタ信号 S_{fto} により一度に除去されるのではなく、係数制御部 90 及び 91 及びフィルタ 94 及び 95 を含む閉ループの動作が繰り返されることにより徐々に低減され、最終的に各クロストークを含まない中央検出信号 S_{cent}' が生成される。

【0243】一方、減算器 32 は、上述した原理に基づいて、入力されているタップ制御信号 S_{cin} からタップ制御信号 S_{cout} を減じることにより、ラジアル方向のクロストーク量を示す差信号 S_{sr}' を生成してラジアルチルト制御部 22 に出力する。

【0244】次に、第 3 実施形態のタンジェンシャルチルト検出部について、図 18 を用いて説明する。

【0245】図 18 に示すように、第 3 実施形態のタンジェンシャルチルト検出部 21' は、係数制御部 97 及び 98 と、タップ数が 1 のデジタルトランスバースフィルタであるフィルタ 99 及び 100 と、減算器 101 と、夫々第 1 実施形態のタンジェンシャルチルト検出部 21 と同様の減算器 35、遅延回路 36 及び遅延回路 37 と、により構成されている。

【0246】また、係数制御部 97 は、第 1 実施形態のクロストーク量検出部 34 と、積分器 102 とにより構成されている。

【0247】更に、係数制御部 98 は、第 1 実施形態のクロストーク量検出部 33 と、積分器 103 とにより構成されている。

【0248】次に、動作を説明する。

【0249】タンジェンシャルチルト検出部 21' に入力された中央検出信号 S_{cent} は、遅延回路 36 及びフィルタ 100 に出力されると共にクロストーク量検出部 33 内の乗算器 54 に出力される。

【0250】そして、遅延回路 36 から出力された遅延信号 S_{d1} は、減算器 101 においてフィルタ 100 からの前クロストーク量を示すフィルタ信号 S_{ftf} とフィルタ 99 からの後クロストーク量を示すフィルタ信号 S_{ftr} が減算された後、クロストークが低減された遅延信号 S_{d1}' としてクロストーク量検出部 33 内の減算器 52 及びクロストーク量検出部 34 内の減算器 53 に出力される。

【0251】そして、クロストーク量検出部 33 は、上記入力されている中央検出信号 S_{cent} と遅延信号 S_{d1}' とを用いて、第 1 実施形態と同様の動作により、前クロストーク量を示す前クロストーク信号 S_{ctf} を生成し、積分器 103 に出力する。

【0252】その後、積分器 103 は、前クロストーク信号 S_{ctf} を積分して平均化することにより、フィルタ 100 のタップ係数を制御するためのタップ制御信号 S_{cf} を生成し、フィルタ 100 に出力すると共に減算器 35 に出力する。

【0253】最後に、フィルタ 100 は、タップ制御信

号 S_{cf} に基づいて上記フィルタ信号 S_{ftf} を生成し、減算器 101 に出力する。

【0254】一方、係数制御部 97 では、夫々入力される遅延信号 S_{d1}' と遅延信号 S_{d1} (遅延信号 S_{d1} を遅延回路 37 で更に遅延したもの) とに基づいて、上述した係数制御部 98 と同様の動作によりフィルタ 99 のタップ係数を制御するためのタップ制御信号 S_{cr} を生成し、フィルタ 99 に出力すると共に減算器 35 に出力する。

【0255】最後に、フィルタ 99 は、タップ制御信号 S_{cr} に基づいて上記フィルタ信号 S_{ftr} を生成し、減算器 101 に出力する。

【0256】そして、減算器 101 において、入力されているフィルタ信号 S_{ftr} 及びフィルタ信号 S_{ftf} を遅延信号 S_{d1} から減算し、新たにクロストーク量を低減した遅延信号 S_{d1}' を生成する。

【0257】一方、減算器 35 は、上述した原理に基づいて、入力されているタップ制御信号 S_{cf} からタップ制御信号 S_{cr} を減じることにより、タンジェンシャル方向のクロストーク量を示す差信号 S_{st}' を生成してタンジェンシャルチルト制御部 23 に出力する。

【0258】上述したラジアルチルト検出部 20' 及びタンジェンシャルチルト検出部 21' の動作以降は、ラジアルチルト制御部 22 及びタンジェンシャルチルト制御部 23 において夫々チルト補正制御信号 S_{c1} 及びチルト補正制御信号 S_{c2} が生成され、これらにより液晶パネル 3 が駆動されて波面収差が補正される。

【0259】以上説明したように、第 3 実施形態のラジアルチルト検出部 20' 及びタンジェンシャルチルト検出部 21' の動作によっても、上記第 1 実施形態の情報再生装置 S と同様の効果を奏することができる。

【0260】なお、上述の第 3 実施形態においては、タップ数が 1 のフィルタを 4 個使用してクロストーク量を検出したが、これ以外に、タップ数が 2 以上あるフィルタを用いて各方向のチルトを検出してもよい。この場合には、例えば、ラジアル方向における内側クロストークに関するフィルタのタップ制御信号の和を算出して内側クロストーク量を示すタップ制御信号とし、更に外側クロストークに関するフィルタのタップ制御信号の和を算出して外側クロストーク量を示すタップ制御信号とすればよい。

【0261】また、上述の第 3 実施形態においては、図 2 に示すラジアルチルト検出部 20 又はタンジェンシャルチルト検出部 21 に代えて、上記ラジアルチルト検出部 20' 又はタンジェンシャルチルト検出部 21' を用いた構成について説明したが、これ以外に、図 2 に示すように A/D コンバータ 26 から出力される中央検出信号 S_{cent} をそのまま復調部 12 に出力するのではなく、図 17 に示すラジアルチルト検出部 20' と図 18 に示すタンジェンシャルチルト検出部 21' とを直列に接続し、ラジアルチルト検出部 20' において生成された中

中央検出信号 Scent' をタンジェンシャルチルト検出部 21' における中央検出信号 Scent として当該タンジェンシャルチルト検出部 21' に入力し、その結果得られた遅延信号 Sd_i' を復調部 12 に出力して情報を再生することもできる。この場合には、ラジアルチルト検出部 20' においてラジアル方向のチルト量が検出されると共に中央検出信号 Scent から内側クロストーク及び外側クロストークが除去され、次にタンジェンシャルチルト検出部 21' においてタンジェンシャル方向のチルト量が検出されると共に中央検出信号 Scent' から前クロストーク及び後クロストークが除去されて遅延信号 Sd_i' が出力され、これに基づいて情報が再生されることとなる。

【0262】 (IV) 第4実施形態

次に、本発明の他の実施形態である第4実施形態について、図19乃至図21を用いて説明する。

【0263】初めに、第4実施形態の原理について説明すると、例えば、ラジアル方向にチルトが発生しているときは、図3(a)又は(c)に示すようにラジアル方向に光スポットが広がるので、チルトがないときよりもクロストークの総量(内側クロストーク量と外側クロストーク量との和)は増加する。すなわち、チルトがないときにクロストークの総量は最小となる。

【0264】同様に、タンジェンシャル方向についても、前クロストーク量と後クロストーク量との和が最小となると、チルトがないこととなる。

【0265】従って、第4実施形態では、ラジアル方向とタンジェンシャル方向の夫々について、内側クロストーク量と外側クロストーク量との和及び前クロストーク量と後クロストーク量との和を別個に算出し、これらが夫々に最小となるように液晶パネル3を駆動して各方向のチルトに起因する波面収差を補正する。

【0266】次に、第4実施形態における情報再生装置について、図19乃至図21を用いて説明する。

【0267】先ず、第4実施形態の情報再生装置における信号処理部の全体構成について、図19を用いて説明する。なお、第4実施形態の情報再生装置においては、信号処理部以外の構成は第1実施形態の情報再生装置Sと同一であるので、同一の部材番号を付して細部の説明は省略する。

【0268】図19に示すように、第4実施形態の信号処理部11"は、第1実施形態の信号処理部11のうち、減算器32及び35に代えて夫々加算器104及び105を備え、更に、ラジアルチルト制御部22及びタンジェンシャルチルト制御部23に代えて夫々ラジアルチルト制御部106及びタンジェンシャルチルト制御部107を備えて構成されている。それ以外の構成は、第1実施形態の信号処理部11と同一である。

【0269】次に、信号処理部11"の全体動作を説明する。

【0270】初めに、ラジアル方向のチルトに関しては、信号処理部11"におけるラジアルチルト検出部20"に入力されている内側検出信号 Sin、外側検出信号 Sout 及び中央検出信号 Scent に基づいて、上述した第1実施形態のクロストーク量検出部30及びクロストーク量検出部31の動作により、上記内側クロストーク信号 Scti 及び外側クロストーク信号 Scto が生成され、夫々加算器104に入力される。

【0271】そして、加算器104において内側クロストーク信号 Scti と外側クロストーク信号 Scto とが加算され、内側クロストーク量と外側クロストーク量との和を示す和信号 Srsun が生成される。

【0272】その後、ラジアルチルト制御部106は、当該和信号 Srsun を最小とするようなチルト補正制御信号 Sc_r' を生成して液晶パネル3を駆動し、ラジアル方向の波面収差を補正する。

【0273】一方、タンジェンシャル方向のチルトに関しては、信号処理部11"におけるタンジェンシャルチルト検出部21"に入力されている中央検出信号 Scent に基づいて、上述した第1実施形態の遅延回路36及び37並びにクロストーク量検出部33及びクロストーク量検出部34の動作により、上記前クロストーク信号 Sctf 及び後クロストーク信号 Sctb が生成され、夫々加算器105に入力される。

【0274】そして、加算器105において前クロストーク信号 Sctf と後クロストーク信号 Sctb とが加算され、前クロストーク量と後クロストーク量との和を示す和信号 Stsum が生成される。

【0275】その後、ラジアルチルト制御部106は、当該和信号 Stsum を最小とするようなチルト補正制御信号 Sc_t' を生成して液晶パネル3を駆動し、タンジェンシャル方向の波面収差を補正する。

【0276】次に、ラジアルチルト制御部106及びタンジェンシャルチルト制御部107の構成について、図20を用いて説明する。なお、ラジアルチルト制御部106とタンジェンシャルチルト制御部107とは、基本的な構成は同一であるので、以下の説明では、代表してラジアルチルト制御部106について説明する。

【0277】図20(a)に示すように、ラジアルチルト制御部106は、同期検波回路110と、積分器111と、加算器113と、オシレータ(発振器)112と、ドライバ114とにより構成されている。

【0278】また、同期検波部110は、図20(c)に示すように、バンドパスフィルタ115と、反転器116と、スイッチ117と、コンパレータ118とにより構成されている。

【0279】次に、ラジアルチルト制御部106の全体動作を図20(a)を用いて説明する。

【0280】ラジアルチルト制御部106に入力された和信号 Srsun は、同期検波回路110において、オシレ

ータ 112 からのウォブリング信号 S_{osc} (液晶パネル 3 による波面収差の補正に影響を与えないような振幅及び周期を有している。) に基づいて後述するように同期検波され、ラジアル方向のチルト量を示す検波信号 S_k が生成される。

【0281】そして、当該検波信号 S_k が積分器 111 において平均化され、一定レベルを有する平均化信号 $S_{k'}$ が生成される。

【0282】その後、加算器 113 において上記ウォブリング信号 S_{osc} と平均化信号 $S_{k'}$ とが加算されることにより、平均化信号 $S_{k'}$ がウォブリング信号 S_{osc} によりウォブリングされて重畳平均化信号 S_x として入力される。

【0283】そして、ドライバ 114 は、重畳平均化信号 S_x に含まれる平均化信号 $S_{k'}$ の絶対値が少なくなる方向に液晶パネル 3 を駆動して波面収差を補正すべくチルト補正制御信号 Sc_1' を生成して液晶パネル 3 へ出力する。

【0284】次に、同期検波部 110 の細部動作について、図 20 (a) 及び (c) 並びに図 21 を用いて説明する。

【0285】まず、ラジアル方向のチルトが正の場合について説明する。

【0286】コンパレータ 118 は、ウォブリング信号 S_{osc} (図 21 (a) 右図最上段参照) の極性を判定し、当該極性の変化に対応して正負が入れ替わる判定信号 $Scmp$ (図 21 (a) 右図上から 3 段目参照) を生成し、スイッチ 117 へ出力する。

【0287】一方、バンドパスフィルタ 115 は、和信号 S_{rsum} (チルトが正であるため、その中心レベルも正方向にずれている。) に含まれる雑音を取り除き、バンドパス信号 S_{bpf} を出力する。

【0288】ここで、バンドパス信号 S_{bpf} の波形について図 21 (a) 左図 (内側クロストーク量と外側クロストーク量との和とチルトとの関係を示す図) を用いて説明すると、現在は、チルトが正の方向に発生しているので、ドライバ 114 を駆動するための重畳平均化信号 S_x もその中心 (平均化信号 $S_{k'}$) が正にずれることとなる。従って、当該正にずれている重畳平均化信号 S_x に基づいて生成されるチルト補正制御信号 Sc_1' に基づいて波面収差が補正された光ビーム B が照射されることにより得られる和信号 S_{rsum} の中心レベルも正にずれることとなり、結果としてバンドパス信号 S_{bpf} も図 21 (a) の左図及び右図に示すような波形となる。

【0289】よって、当該波形を有するバンドパス信号 S_{bpf} が一方の端子に入力され、他方の端子には当該バンドパス信号 S_{bpf} の極性を反転器 116 にて反転させた信号が他方の端子に入力されているスイッチ 117 を、ウォブリング信号 S_{osc} の極性に対応する判定信号 $Scmp_i$ によって切り替えれば、検波信号 S_k の波形は、

図 21 (a) 右図最下段のようなものとなり、従ってその平均値である平均化信号 $S_{k'}$ も正となる。

【0290】従って、ドライバ 114 においては、当該平均化信号 $S_{k'}$ にウォブリング信号 S_{osc} が重畳された重畳平均化信号 S_x について、この平均値 (すなわち、平均化信号 $S_{k'}$ のレベル) を負方向に移動させるように上記チルト補正制御信号 Sc_1' を生成して出力する。これにより、正の方向に発生しているチルトが徐々に低減されることとなる。

【0291】次に、ラジアル方向のチルトが負の場合について説明する。

【0292】コンパレータ 118 は、ウォブリング信号 S_{osc} (図 21 (c) 右図最上段参照) の極性を判定し、判定信号 $Scmp$ (図 21 (c) 右図上から 3 段目参照) を生成し、スイッチ 117 へ出力する。

【0293】一方、バンドパスフィルタ 115 は、和信号 S_{rsum} (チルトが負であるため、その中心レベルも負方向にずれている。) に含まれる雑音を取り除き、バンドパス信号 S_{bpf} を出力する。

【0294】ここで、バンドパス信号 S_{bpf} の波形について図 21 (c) 左図を用いて説明すると、現在は、チルトが負の方向に発生しているので、ドライバ 114 を駆動するための重畳平均化信号 S_x もその中心が負にずれることとなる。従って、チルト補正制御信号 Sc_1' に基づいて波面収差が補正された光ビーム B が照射されることにより得られる和信号 S_{rsum} の中心レベルも負にずれることとなり、結果としてバンドパス信号 S_{bpf} も図 21 (c) の左図及び右図に示すような波形となる。

【0295】よって、スイッチ 117 をウォブリング信号 S_{osc} の極性に対応する判定信号 $Scmp_i$ によって切り替えれば、検波信号 S_k の波形は、図 21 (c) 右図最下段のようなものとなり、従ってその平均値である平均化信号 $S_{k'}$ も負となる。

【0296】従って、ドライバ 114 においては、当該平均化信号 $S_{k'}$ にウォブリング信号 S_{osc} が重畳された重畳平均化信号 S_x について、この平均値 (平均化信号 $S_{k'}$ のレベル) を正方向に移動させるように上記チルト補正制御信号 Sc_1' を生成して出力する。これにより、負の方向に発生しているチルトが徐々に低減されることとなる。

【0297】最後に、ラジアル方向のチルトがない場合について説明する。

【0298】コンパレータ 118 は、ウォブリング信号 S_{osc} (図 21 (b) 右図最上段参照) の極性を判定し、判定信号 $Scmp$ (図 21 (b) 右図上から 3 段目参照) を生成し、スイッチ 117 へ出力する。

【0299】一方、バンドパスフィルタ 115 は、和信号 S_{rsum} (チルトがないので、その中心レベルもゼロレベルである。) に含まれる雑音を取り除き、バンドパス信号 S_{bpf} を出力する。

【0300】ここで、バンドパス信号Sbpfの波形について図21(b)左図を用いて説明すると、現在は、チルトがないので、ドライバ114を駆動するための重畳平均化信号Sxはその中心がゼロレベルである。従って、チルト補正制御信号Sc_i'に基づいて波面収差が補正された光ビームBが照射されることにより得られる和信号Srsumの中心レベルもゼロレベルとなり、結果としてバンドパス信号Sbpfも図21(b)の左図及び右図に示すような波形となる。

【0301】よって、スイッチ117を判定信号Scomp 10によって切り替えれば、検波信号Skの波形は、図21(b)右図最下段のようなものとなり、従ってその平均値である平均化信号Sk'もゼロとなる。

【0302】従って、ドライバ114においては、当該平均化信号Sk'にウォブリング信号Soscが重畳された重畳平均化信号Sxに基づいて、光ビームBに対して補正を与えないように(すなわち、現状を維持するように)液晶パネル3を駆動すべく、上記チルト補正制御信号Sc_i'を生成して出力する。これにより、液晶パネル3は光ビームBに対して位相差を与えることがなく、波面収差の補正は施されない。 20

【0303】以上説明した動作により、発生しているチルト量に対応してその中心レベルが変化する重畳平均化信号Sxに基づいてチルト補正制御信号Sc_i'により液晶パネル3を駆動すれば、ラジアル方向のチルトに起因する波面収差が補正されることとなる。

【0304】なお、タンジェンシャルチルト制御部107においても、和信号Stsumに基づいて、上述したラジアルチルト制御部106と同様の動作により、タンジェンシャル方向に発生しているチルト量に対応してその中心レベルが変化する重畳平均化信号Sxに基づいてチルト補正制御信号Sc_e'により液晶パネル3が駆動され、タンジェンシャル方向のチルトに起因する波面収差が補正されることとなる。 30

【0305】以上説明したように、第4実施形態の情報再生装置の動作によれば、光ビームBの照射により得られる中央検出信号Scent等に基づいてチルトを検出するので、当該チルトを検出するために光ビームB以外に別途光ビームを照射する必要がなく、収差補正のための構成を簡略化することができる。

【0306】また、機械的な稼動部分が不要であるので、収差補正装置としての信頼性が向上すると共に小型化が可能となる。

【0307】従って、簡易且つ小型化された構成で正確に光ビームBMの光軸のチルトに起因する収差を補正することができる。

【0308】また、隣接するトラックからの内側検出信号Sin又は外側検出信号Soutを用いてラジアルチルトを検出すると共に中央検出信号Scentを用いてタンジェンシャルチルトを検出するので、正確に夫々の方向のチ 50

ルトを検出して波面収差を補正することができる。

【0309】更に、内側クロストーク量と外側クロストーク量とを検出し、その和が最小となるようにしてラジアル方向に発生する波面収差を補正するので、簡易な構成で正確に当該波面収差を補正することができる。

【0310】更にまた、前クロストーク量と後クロストーク量とを検出し、その和が最小となるようにしてタンジェンシャル方向に発生する波面収差を補正するので、簡易な構成で正確に当該波面収差を補正することができる。

【0311】また、光ビームBの光路上に配置された液晶パネル3を用いて波面収差を補正するので、簡易な構成で波面収差を補正することができる。

【0312】更に、液晶パネル3における液晶3g又は3mにチルトに基づいた電圧を印加することにより、光ビームBに対して位相差を与えて波面収差を補正するので、効率的に光ビームBの波面収差を補正することができる。

【0313】更にまた、液晶パネル3における透明電極が、光ビームBに発生する波面収差の分布に対応した形状を有するパターン電極を複数個含んで構成されていると共に、ラジアルチルト制御部106又はタンジェンシャルチルト制御部107が、夫々のパターン電極に対して個別に電圧を印加して波面収差を補正するので、効果的に波面収差を補正することができる。

【0314】また、対物レンズ2により光ビームBを光ディスク1上に集光し、更に復調部12により記録情報を再生するので、簡易な構成で光軸の傾斜に起因する波面収差を補正して正確に情報を再生することができる。

【0315】なお、上述の第4実施形態において、クロストーク量検出部30、31、33又は34に代えて、第2実施形態のクロストーク量検出部30'を用いてもよい。

【0316】また、ラジアルチルト検出部20''又はタンジェンシャルチルト検出部21''に代えて、第3実施形態のラジアルチルト検出部20'のうち減算器32を加算器104に代えたもの、又はタンジェンシャルチルト検出部21'のうち減算器35を加算器105に代えたものを用いてもよい。

【0317】なお、同期検波部110については、図20(c)に示す構成の他に、図20(b)に示すように、バンドパスフィルタ115と、バンドパス信号Sbpfとウォブリング信号Soscと乗算する乗算器119とにより構成しても上述と同様の動作を実現させることができる。

【0318】(V) 第5実施形態

次に、本発明の他の実施形態である第5実施形態について、図22を用いて説明する。

【0319】第5実施形態は、上述した第4実施形態におけるラジアルチルト制御部106又はタンジェンシャ

ルチルト制御部 107 の動作をソフトウェア的に実行するものである。

【0320】なお、第5実施形態の情報再生装置においては、ラジアルチルト制御部又はタンジェンシャルチルト制御部以外の構成は第4実施形態の情報再生装置と同一であるので、同一の部材番号を付して細部の説明は省略する。また、第5実施形態のラジアルチルト制御部とタンジェンシャルチルト制御部とは、基本的な構成は同一であるので、以下の説明では、代表してラジアルチルト制御部について説明する。

【0321】図22(a)に示すように、第5実施形態の情報再生装置におけるラジアルチルト制御部 106' は、CPU等よりなるコントローラ 120 と、ドライバ 121 とにより構成されている。なお、コントローラ 120 内には、後述する動作を示すフローチャート(図22(b))に対応するプログラムを予め記憶するROM(Read Only Memory)も含まれている。

【0322】次に、ラジアルチルト制御部 106' の動作について、図22(b)及び(c)を用いて説明する。

【0323】上記和信号 S_{rsum} が入力されているコントローラ 120 においては、初めに、当該コントローラ 120 から出力され、ドライバ 121 を駆動するための制御信号 S_{cc} を微量だけ増大させ(ステップS1)、当該増大させた制御信号 S_{cc} によりドライバ 121 を駆動し、ラジアル方向について液晶パネル3を駆動するためのチルト補正制御信号 S_{ci} を生成させる。

【0324】そして、当該チルト補正制御信号 S_{ci} により液晶パネル3が駆動され、光ビームBの波面収差が補正された結果生じる和信号 S_{rsum} の変化であるクロストーク信号 S_{ct+} を検出する(ステップS2)。

【0325】次に、上記制御信号 S_{cc} をステップS1以前の状態から微量(その絶対値はステップS1において増大させた量と同じとされる。)だけ減少させ、(ステップS3)、当該減少させた制御信号 S_{cc} によりドライバ 121 を駆動し、上記チルト補正制御信号 S_{ci} を生成させる。

【0326】そして、当該チルト補正制御信号 S_{ci} により液晶パネル3が駆動され、光ビームBの波面収差が補正された結果生じる和信号 S_{rsum} の変化であるクロストーク信号 S_{ct-} を検出する(ステップS4)。

【0327】次に、上記検出したクロストーク信号 S_{ct+} とクロストーク信号 S_{ct-} とを比較し(ステップS5)、クロストーク信号 S_{ct+} がクロストーク信号 S_{ct-} よりも大きいときは、ラジアル方向のチルトが正の方向に発生しているとして(図22(c)第1及び第4象限の図参照)、それによる波面収差を負方向に補正すべく液晶パネル3を駆動するため制御信号 S_{cc} を減少させて(ステップS6)ドライバ 121 に対応するチルト補正制御信号 S_{ci} を生成させる。

【0328】一方、クロストーク信号 S_{ct+} がクロストーク信号 S_{ct-} よりも小さいときは、ラジアル方向のチルトが負の方向に発生しているとして(図22(c)第2及び第3象限の図参照)、それによる波面収差を正方向に補正すべく液晶パネル3を駆動するため制御信号 S_{cc} を増加させて(ステップS7)ドライバ 121 に対応するチルト補正制御信号 S_{ci} を生成させる。

【0329】更に、クロストーク信号 S_{ct+} とクロストーク信号 S_{ct-} が等しいときは、ラジアル方向のチルトは発生していないとして(図22(c)和信号 S_{rsum} 軸上の図参照)、制御信号 S_{cc} の変更は不要なので、現状のままでドライバ 121 にチルト補正制御信号 S_{ci} を生成させる。

【0330】そして、制御信号 S_{cc} の変更制御が終了すると、次に、第5実施形態の情報再生装置の電源が断とされたか否かが判定され(ステップS8)、断とされているときは(ステップS8; yes)そのまま処理を終了し、断とされていないときは(ステップS8; no)ステップS1に戻って上述のチルト補正を繰り返す。

【0331】以上説明したように、第5実施形態の情報再生装置によれば、ソフトウェア的に波面収差を補正するので、簡易な構成で上記第4実施形態と同様の効果を奏することができる。

【0332】(VI) 変形形態

次に、本発明の変形形態について説明する。

【0333】上述した各実施形態においては、液晶パネル3を用いて各方向のチルトに起因する波面収差を補正したが、これ以外に、例えば、上述のチルト補正制御信号 S_{ci} を用いて、機械的に光ビームBの光軸を傾斜させる傾斜手段としての図示しない傾斜機構を駆動し、チルトそのものを除去するように構成することもできる。

【0334】このようにすれば、チルトを検出するために光ビームB以外に別途光ビームを照射する必要がなく、収差補正装置の構成を簡略化することができる。

【0335】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1に記載の発明によれば、光ビームの照射により得られる検出信号に基づいてチルトを検出するので、当該チルトを検出するために情報再生用以外に別途光ビームを照射する必要がなく、収差補正装置の構成を簡略化することができる。

【0336】従って、簡易且つ小型化された構成で正確に光ビームの光軸のチルトに起因する収差を補正することができる。

【0337】請求項2に記載の発明によれば、請求項1に記載の発明の効果に加えて、隣接するトラックからの検出信号を用いてラジアルチルトを検出すると共に中央トラックの検出信号を用いてタンジェンシャルチルトを検出するので、正確に夫々の方向のチルトを検出して波面収差を補正することができる。

【0338】請求項3に記載の発明によれば、請求項2に記載の発明の効果に加えて、内側クロストークと外側クロストークとを検出し、その差が零となるようにしてラジアル方向に発生する波面収差を補正するので、簡易な構成で正確に当該波面収差を補正することができる。

【0339】請求項4に記載の発明によれば、請求項2に記載の発明の効果に加えて、内側クロストークと外側クロストークとを検出し、その和が最小となるようにしてラジアル方向に発生する波面収差を補正するので、簡易な構成で正確に当該波面収差を補正することができ

る。

【0340】請求項5に記載の発明によれば、請求項2に記載の発明の効果に加えて、前クロストークと後クロストークとを検出し、その差が零となるようにしてタンジェンシャル方向に発生する波面収差を補正するので、簡易な構成で正確に当該波面収差を補正することができ

る。

【0341】請求項6に記載の発明によれば、請求項2に記載の発明の効果に加えて、前クロストークと後クロストークとを検出し、その和が最小となるようにしてタンジェンシャル方向に発生する波面収差を補正するので、簡易な構成で正確に当該波面収差を補正することができ

る。

【0342】請求項7に記載の発明によれば、請求項1から6のいずれか一項に記載の発明の効果に加えて、補正手段が光ビームの光路上に配置された液晶パネルを用いて波面収差を補正するので、簡易な構成で補正手段を構成することができる。

【0343】また、機械的な移動部分が不要であるので、収差補正装置としての信頼性が向上すると共に小型化が可能となる。

【0344】請求項8に記載の発明によれば、請求項7に記載の発明の効果に加えて、液晶パネルにおける液晶素子にチルトに基づいた電圧を印加することにより、光ビームに対して位相差を与えて波面収差を補正するので、効率的に光ビームの波面収差を補正することができる。

【0345】請求項9に記載の発明によれば、請求項8に記載の発明の効果に加えて、電極が、光ビームに発生する波面収差の分布に対応した形状を有する副電極を複数個含んで構成されていると共に、電圧印加手段が、夫々の副電極に対して個別に電圧を印加して波面収差を補正するので、効果的に波面収差を補正することができる。

【0346】請求項10に記載の発明によれば、請求項1から6のいずれか一項に記載の発明の効果に加えて、補正手段としての傾斜手段が、検出されたチルトに基づいて光ビームの光軸を傾斜させ、当該チルトを相殺するので、チルトを検出するために情報再生用以外に別途光ビームを照射する必要がなく、簡易な構成で傾斜を相殺

して波面収差を補正することができる。

【0347】請求項11に記載の発明によれば、請求項1から10のいずれか一項に記載の発明の効果に加えて、集光手段により光ビームを情報記録媒体上に集光し、更に再生手段により検出信号に基づいて記録情報を再生するので、簡易な構成で光軸の傾斜に起因する波面収差を補正して正確に情報を再生することができる。

【0348】請求項12に記載の発明によれば、請求項3及び請求項5に記載の発明の効果に加えて、集光手段により光ビームを情報記録媒体上に集光し、検出信号から、内側クロストーク、外側クロストーク、前クロストーク及び後クロストークの夫々を減算して減算検出信号を生成し、減算検出信号に基づいて記録情報を再生するので、簡易な構成でチルトに起因する波面収差を補正できると共に、夫々のクロストークを除去して正確に情報を再生することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1実施形態の情報再生装置の概要構成を示すブロック図である。

【図2】第1実施形態の信号処理部の概要構成を示すブロック図である。

【図3】ラジアルチルト検出の原理を示す図であり、

(a) は内側にチルトが発生している場合を示す図であり、(b) はチルトが発生していない場合を示す図であり、(c) は外側にチルトが発生している場合を示す図である。

【図4】第1実施形態のラジアルチルト検出部の概要構成を示すブロック図である。

【図5】第1実施形態のクロストーク量検出部の動作を示すタイミングチャートである。

【図6】第1実施形態のタンジェンシャルチルト検出の原理を示す図であり、(a) はラジアルチルト検出の原理を示す図であり、(b) はタンジェンシャルチルト検出の原理を示す図である。

【図7】タンジェンシャルチルト検出の原理を示す図であり、(a) は前方にチルトが発生している場合を示す図であり、(b) はチルトが発生していない場合を示す図であり、(c) は後方にチルトが発生している場合を示す図である。

【図8】第1実施形態のタンジェンシャルチルト検出部の概要構成を示すブロック図である。

【図9】ラジアルチルト制御部及びタンジェンシャルチルト制御部の概要構成を示すブロック図である。

【図10】液晶パネルの構成を示す断面図であり、

(a) は全体構成を示す断面図であり、(b) は液晶分子が光ビームに対して傾斜した場合を示す断面図であり、(c) は液晶分子が光ビームに対して平行である場合を示す断面図である。

【図11】透明電極の構成を示す平面図であり、(a) はラジアル方向チルト補正用の透明電極の構成を示す平

面図であり、(b)はタンジェンシャル方向チルト補正用の透明電極の構成を示す平面図である。

【図12】波面収差の分布を示す平面図である。

【図13】波面収差の大きさを示す図である。

【図14】第2実施形態のクロストーク量検出部の概要構成を示すブロック図である。

【図15】第2実施形態のクロストーク量検出部の動作を示すタイミングチャートである。

【図16】第2実施形態のゼロクロス検出部を示す図であり、(a)は概要構成を示すブロック図であり、(b)は動作を説明するタイミングチャートである。

【図17】第3実施形態のラジアルチルト検出部の概要構成を示すブロック図である。

【図18】第3実施形態のタンジェンシャルチルト検出部の概要構成を示すブロック図である。

【図19】第4実施形態の信号処理部の概要構成を示すブロック図である。

【図20】第4実施形態のラジアルチルト制御部の概要構成を示すブロック図であり、(a)はその全体構成を示すブロック図であり、(b)は同期検波部の構成を示すブロック図(I)であり、(c)は同期検波部の構成を示すブロック図(II)である。

【図21】第4実施形態のラジアルチルト制御部を示す図であり、(a)はチルトが正のときの動作を示す図であり、(b)はチルトがないときの動作を示す図であり、(c)はチルトが負のときの動作を示す図である。

【図22】第5実施形態のラジアルチルト制御部の動作を示す図であり、(a)はラジアルチルト制御部の概要構成を示すブロック図であり、(b)は動作を示すフローチャートであり、(c)は動作を説明する図である。

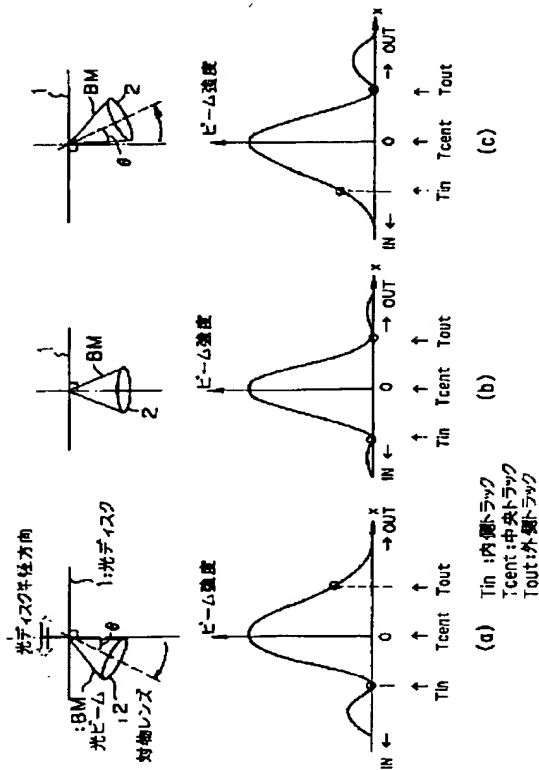
【符号の説明】

1…光ディスク
2…対物レンズ
3…液晶パネル
3'、3''…副液晶パネル
3a、3b、3h…ガラス基板
3c、3d、3i、3j…透明電極
3e、3f、3k、3l…配向膜
3g、3m…液晶
4…ビームスプリッタ
5…ディテクタ
6…回折格子
7…レーザダイオード
8…アンプ
9、10、36、37、79A、79B、79C、82、83、85、86…遅延回路
11、11'…信号処理部
12…復調部
20、20'、20''…ラジアルチルト検出部
21、21'…タンジェンシャルチルト検出部

22、106、106'…ラジアルチルト制御部
22A、23A、92、93、102、103、111…積分器
22B、23B、114、121…ドライバ
23、107、107'…タンジェンシャルチルト制御部
24、25、26…A/Dコンバータ
30、30'、31、33、34…クロストーク量検出部
32、35、42、43、52、53、96、101…減算器
40、41、50、51…参照信号発生回路
44、45、54、55、119…乗算器
60a、60b、61a、61b、62、64a、64b、63a、63b、65…パターン電極
70、80…絶対値回路
71、81、118…コンパレータ
72…ゼロクロス検出回路
73…抽出回路
74…極性選択回路
75、116…反転器
76…切換器
77、87、88…アンド回路
78…極性検出回路
84…排他的論理和回路
90、91、97、98…係数制御部
94、95、99、100…フィルタ
104、105、113…加算器
110…同期検波部
112…オシレータ
115…バンドパスフィルタ
117…スイッチ
120…コントローラ
C、C'…中央光スポット
IN…内側光スポット
OUT…外側光スポット
FR…前方光スポット
RE…後方光スポット
P…ピット
B…光ビーム
M…液晶分子
BM…主ビーム
BS₁…第1副ビーム
BS₂…第2副ビーム
SP…入射範囲
Tin…内側トラック
Tout…外側トラック
Tcent…中央トラック
S…情報再生装置
Sin…内側検出信号

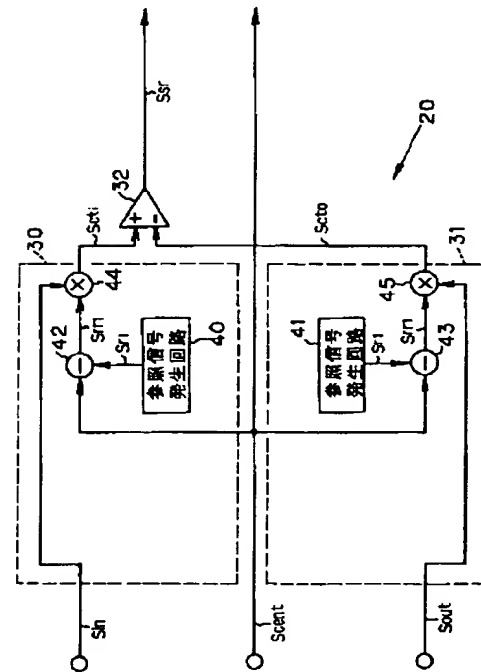
【図 3】

ラジアルチルト検出の原理



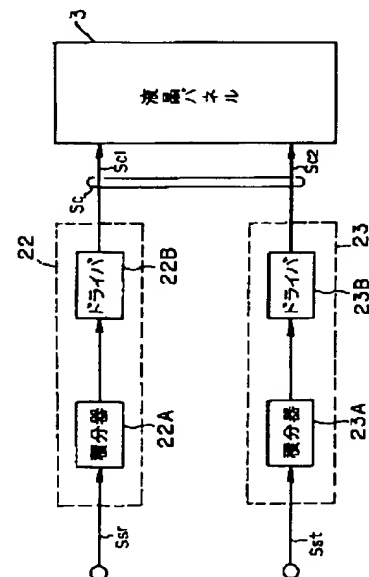
【図 4】

第1実施形態のラジアルチルト検出部の概要構成を示すブロック図



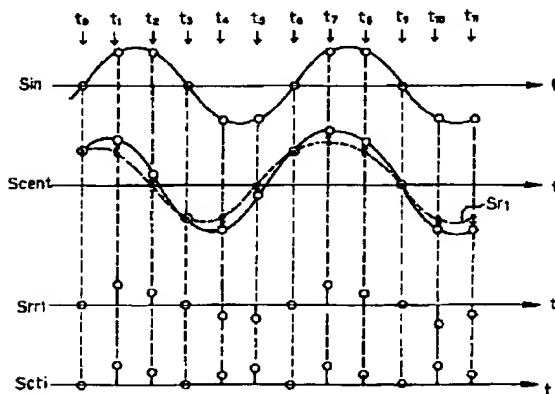
【図 9】

ラジアルチルト制御部及びタンジェンシャルチルト制御部の概要構成を示すブロック図



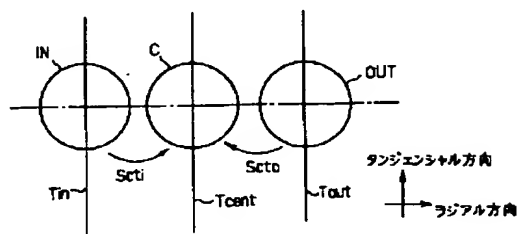
【図 5】

第1実施形態のクロストーク量検出部の動作を示すタイミングチャート

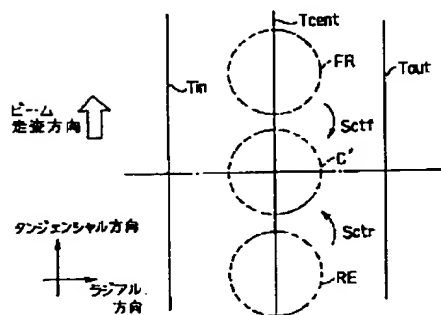


【图 6】

第1実施形態のタンジェンシャルチルト検出の原理



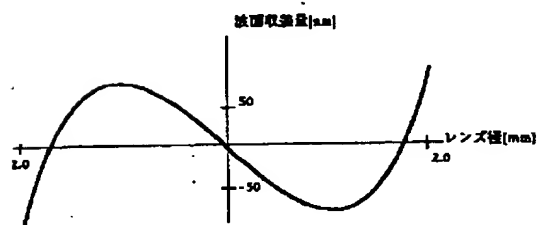
(a)



(b)

【図 1 3】

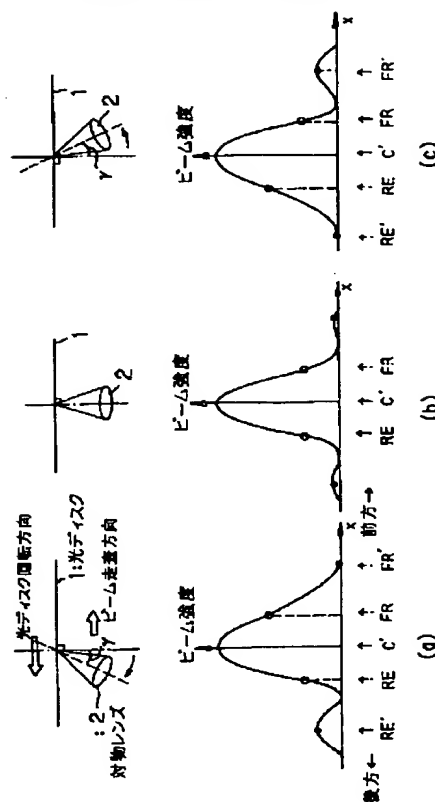
波面収差の大きさ



ディスタンス：2.04m
レンズMA : 0.6

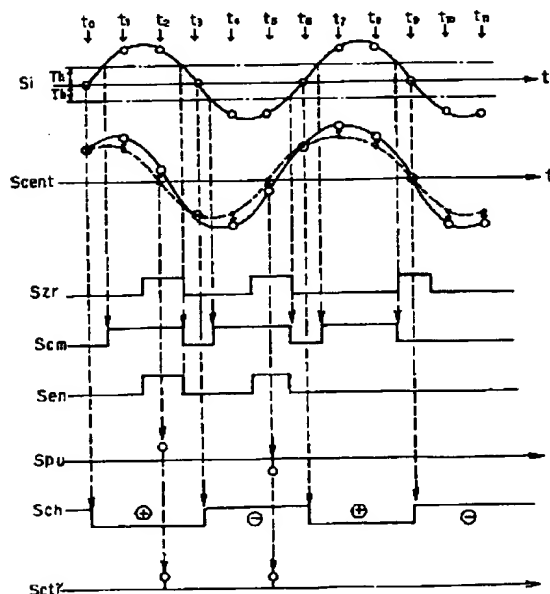
【図 7】

タンジェンシャルチルト検出の原理



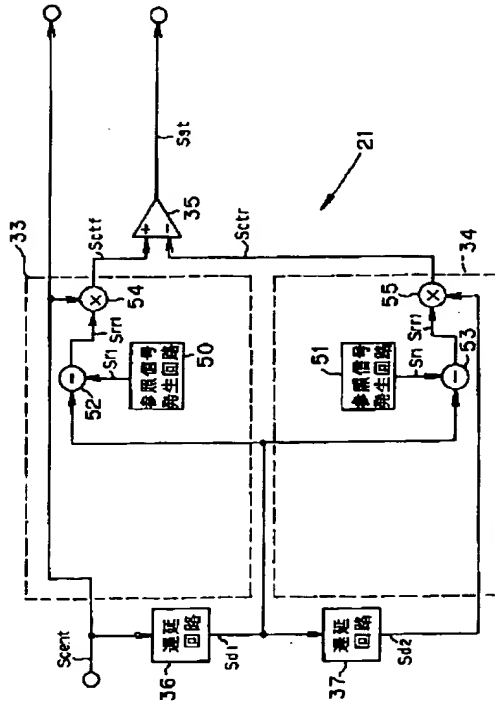
【图 15】

第2実施形態のクロストーク量検出部の動作を示すタイミングチャート



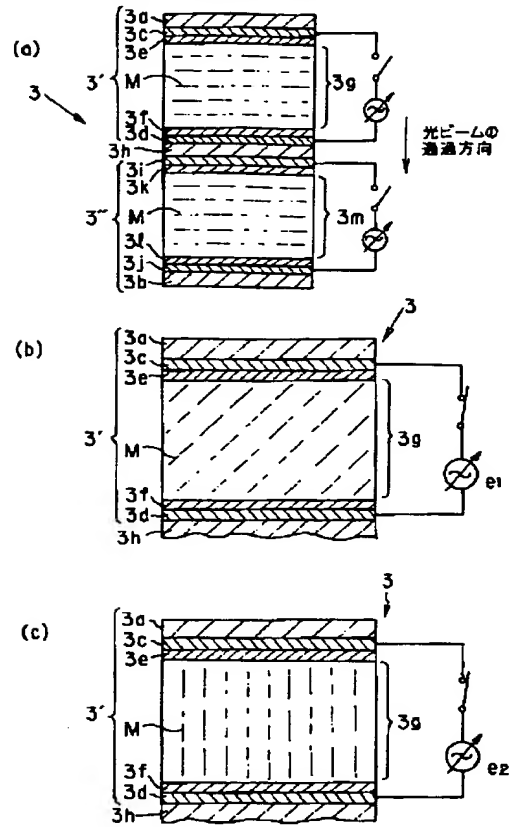
【図 8】

第1実施形態のタンジェンシャルセルト
検出部の概要構成を示すブロック図



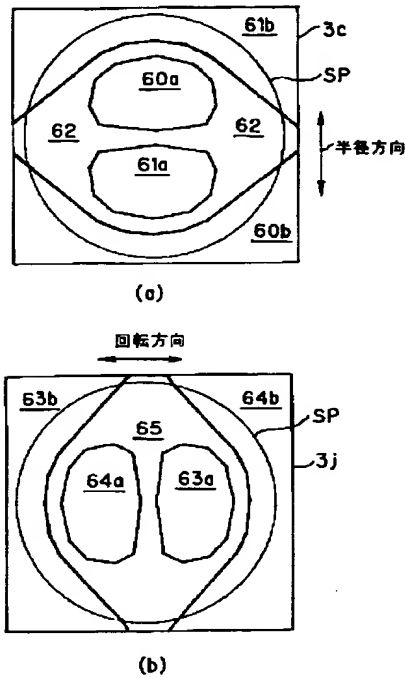
【図 10】

液晶パネルの構成を示す縦断面図



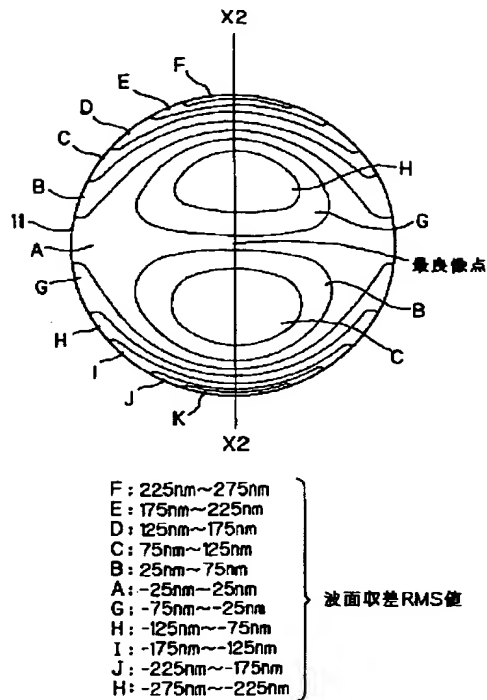
【図11】

第1実施形態の透明電極の構成を示す平面図



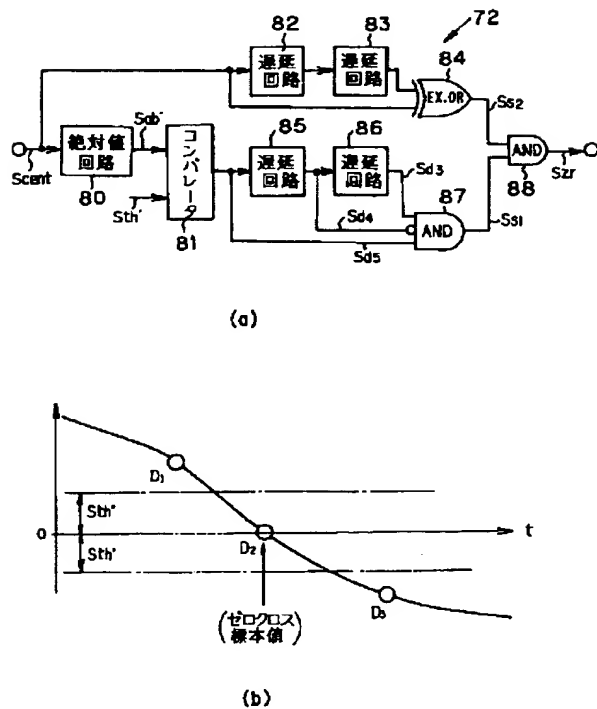
【図12】

波面収差の分布を示す平面図



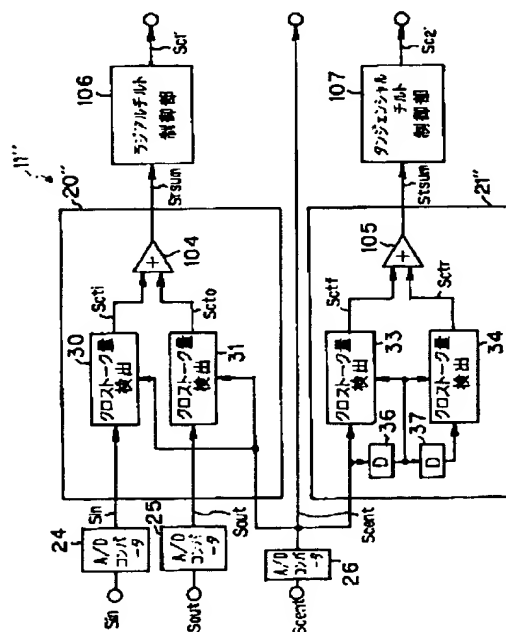
【図16】

第2実施形態のゼロクロス検出部



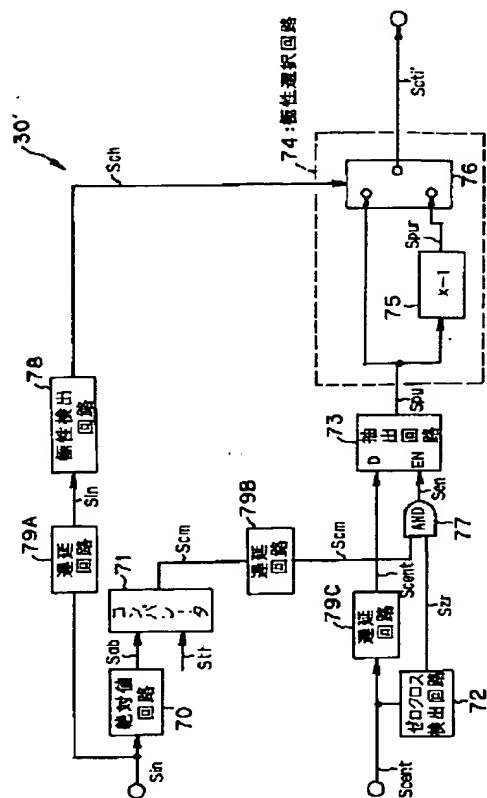
【図19】

第4実施形態の信号処理部の概要構成を示すブロック図



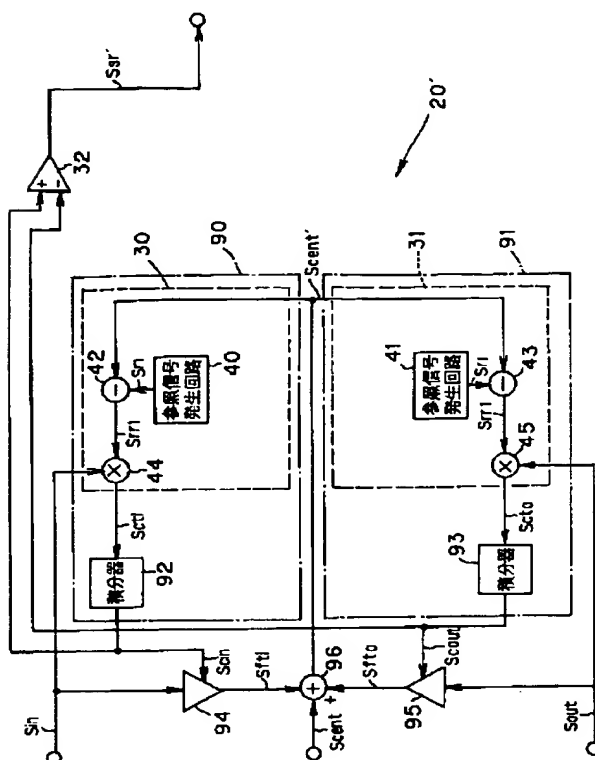
【图 14】

第2実施形態のクロスワーク量検出部の概要構成を示すブロック図



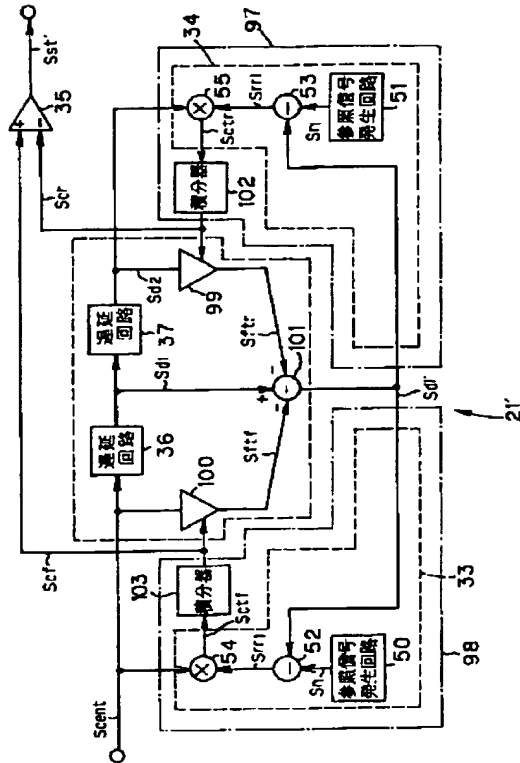
【图 17】

第3実施形態のラジアルチルト校出部の概要構成を示すブロック図



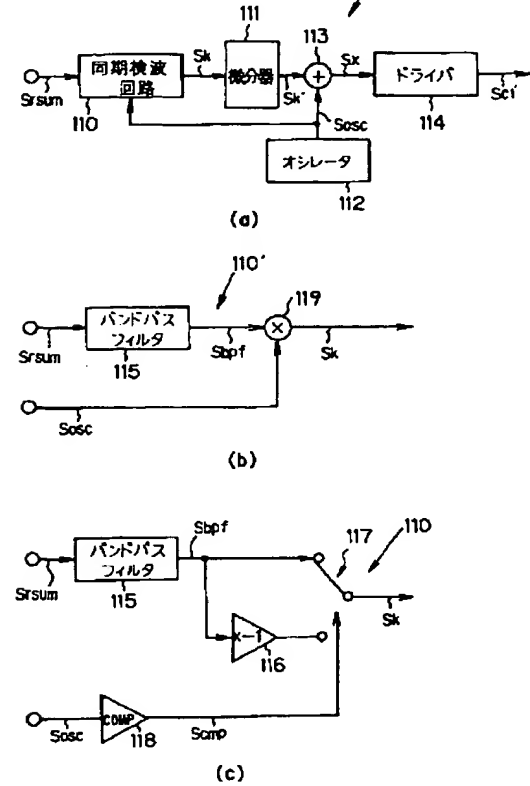
【图 18】

第3実施形態のタンジェンシャルフィルタ
検出部の概要構成を示すブロック図



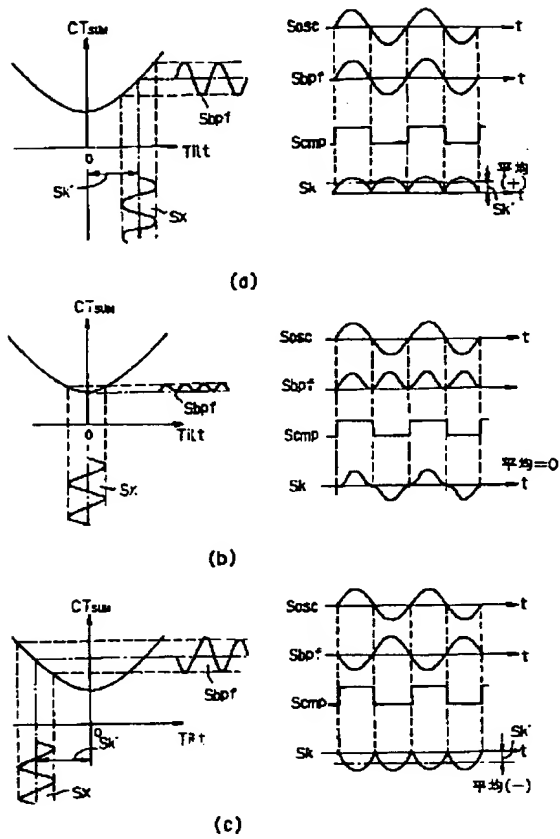
【図 20】

第4実施形態のラジアルチルト制御部の概要構成を示すブロック図
106(107)



【図 21】

第4実施形態のラジアルチルト制御部の動作



【図 22】

第5実施形態のラジアルチルト制御部

